摛藻堂四庫全書薈要

子部

欽定四庫全書薈要

子部

御製曆象考成上編卷六 七

詳校官主事臣陳木



欽定四庫全書薈要卷一萬七百七十一 子部

御製歷象考成上編卷六

交食歷理一 日食月食合論

交食總論

朔望有平實之殊

朔望用時

求日月距地與地半徑之比例

日月視徑

求日月實徑與地徑之比例

地影半徑

交食總論

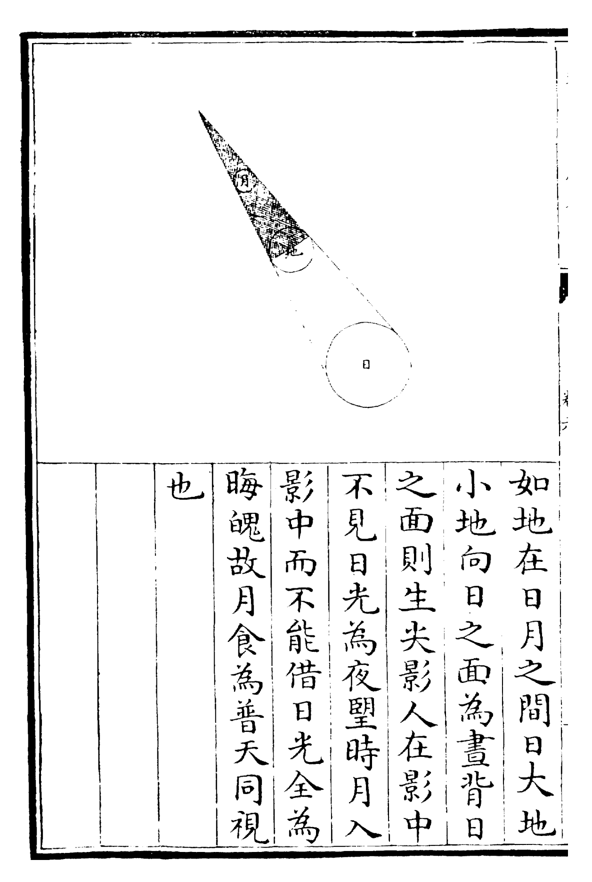
太陰及於黃白二道之交因生薄蝕故名交食然白道出入黃道南北太陰每月必兩次過交而或食或否何也月追及於日而無距度為朔距日一百八十度為望此皆為東西同經其入交也正當黃道而無緯度是為南北同緯雖入交而非朔望則同緯而不同經當朔望而不入交則同經而不同緯皆無食必經緯同度而後有食也蓋合朔時月在日與地之間人目仰觀與日月一線參直則月掩蔽日光即為日

食望時地在日與月之間亦一線參直地蔽日光而生闇影其體尖圓是為闇虛月入其中則為月食也按日為陽精星月皆借光焉月去日遠去人近合朔之頃特能下蔽人目而不能上侵日體故食分時刻南北迥殊東西異視也若夫月食則月入闇虛純為晦魄故九有同觀但時刻有先後耳至於推步之法日食須用高下南北東西三差委曲詳密而月食惟論入影之先後淺深無諸視差之繁故先總論交食之理次論月食乃及日食因日食立法較難故後論

加詳焉

日
月
甲 乙 丙
地

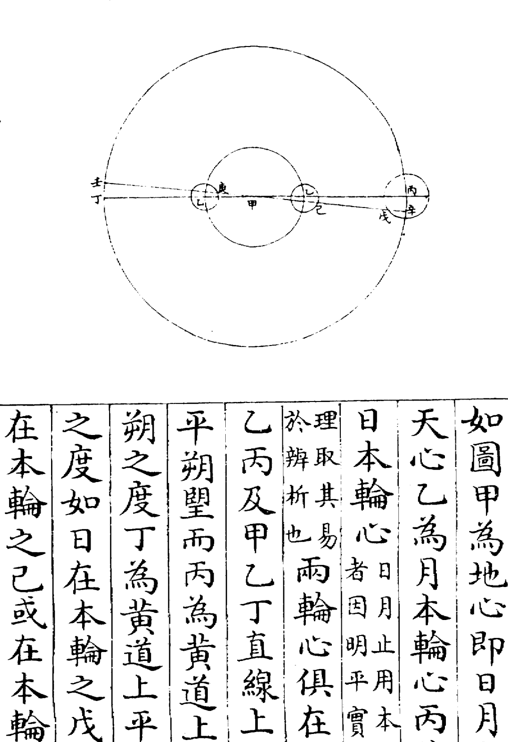
如圖合朔時月在地與日之間人在地面居甲者見月全掩日居乙者見月掩日之半居丙者但見日月兩周相切而不相掩故日食隨地不同乃月蔽人目不見日光而日體初無異也



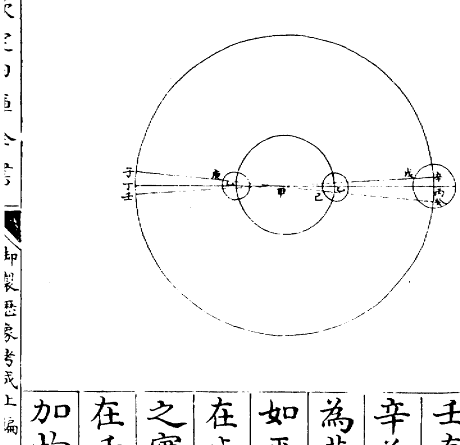
如地在日月之間日大地小地向日之面為晝背日之面則生尖影人在影中不見日光為夜望時月入影中而不能借日光全為晦魄故月食為普天同視也

朔望有平實之殊

日月相會為朔相對為望而朔望又有平實之殊平朔望者日月之平行度相會相對也實朔望者日月之實行度相會相對也故平朔望與實朔望相距之時刻以兩實行相距之度為準葢兩實行相距之度以兩均數相加減而得而兩朔望相距之時刻則以兩實行相距之度變為時刻以加減平朔望而得實朔望故兩實行相距無定度則兩朔望相距亦無定時也

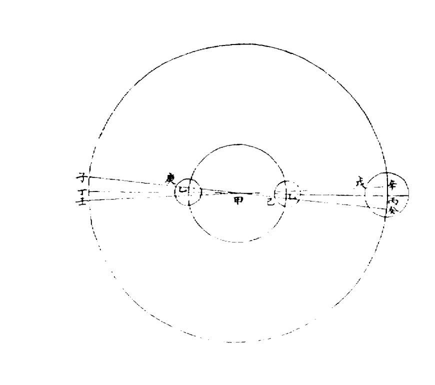


如圖甲為地心即日月本天心乙為月本輪心丙為日本輪心日月止用本輪者因明平實之理取其易於辨析也兩輪心俱在甲乙丙及甲乙丁直線上為平朔望而丙為黃道上平朔之度丁為黃道上平望之度如日在本輪之戊月在本輪之己或在本輪之



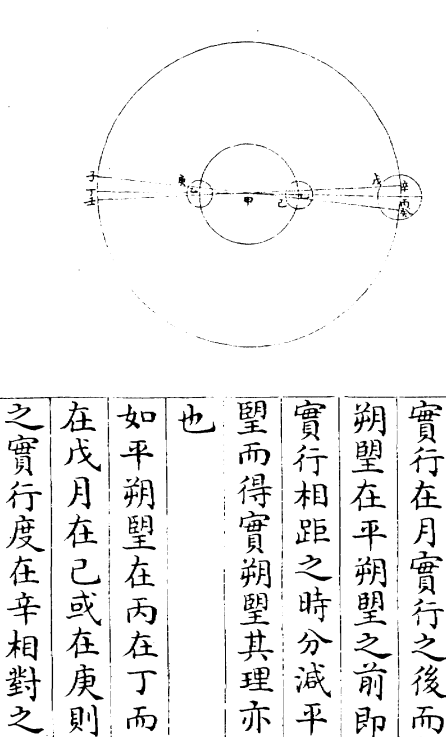
庚俱在甲己戊辛及甲庚壬直線上則為實朔望而辛為黃道上實朔之度壬為黃道上實望之度也

如平朔望在丙在丁而日在戊月在己或在庚則日之實行度在辛相對之度在壬而辛丙及壬丁皆為加均乃實行過於平行之



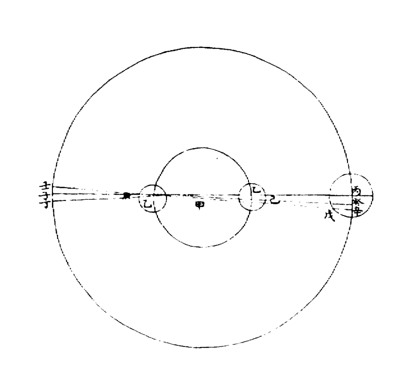
度月之實行度朔在癸望在子而癸丙及子丁皆為減均乃實行不及平行之度故以辛丙加均與癸丙減均相併得癸辛弧為兩實行相距之度亦即實朔距平朔之度以壬丁加均與子丁減均相併得子壬弧為兩實行相距之度亦

即實望距平望之度也此日為加均月為減均故日實行在月實行之前為實朔望在平朔望之後必計月得若干時分而後行過癸辛弧及子壬弧始能與日相會相對故以癸辛弧及子壬弧變為時分以加平朔望而得實朔望也若

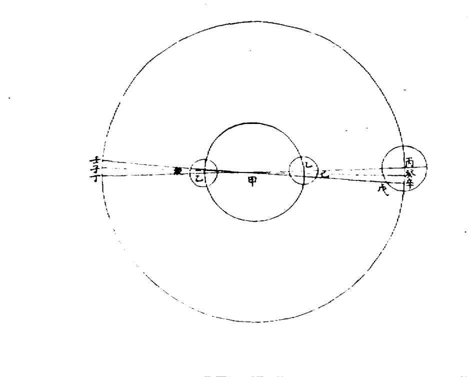


日為減均月為加均則日實行在月實行之後而實朔望在平朔望之前即以實行相距之時分減平朔望而得實朔望其理亦同也

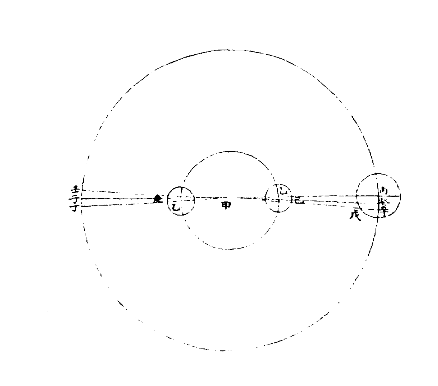
如平朔望在丙在丁而日在戊月在己或在庚則日之實行度在辛相對之度



在壬而辛丙及壬丁皆為減均乃實行不及平行之度月之實行度朔在癸望在子而癸丙及子丁亦皆為減均乃實行不及平行之度故以辛丙減均與癸丙減均相減餘辛癸弧為兩實行相距之度亦即實朔距平朔之度以壬丁減

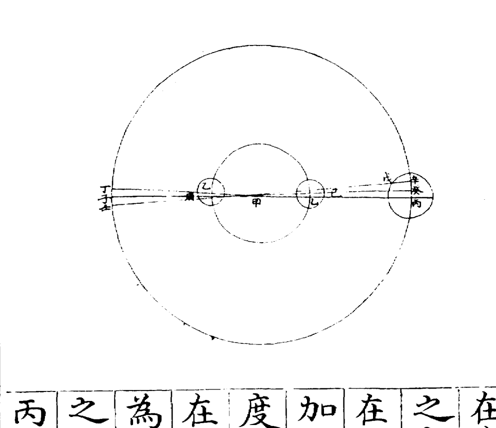


均與子丁減均相減餘壬子弧為兩實行相距之度亦即實望距平望之度也此日之減均大於月之減均故日實行在月實行之後而實朔望在平朔望之前必計月已行過與日相會相對若干時分為辛癸弧及壬子弧故以辛癸弧

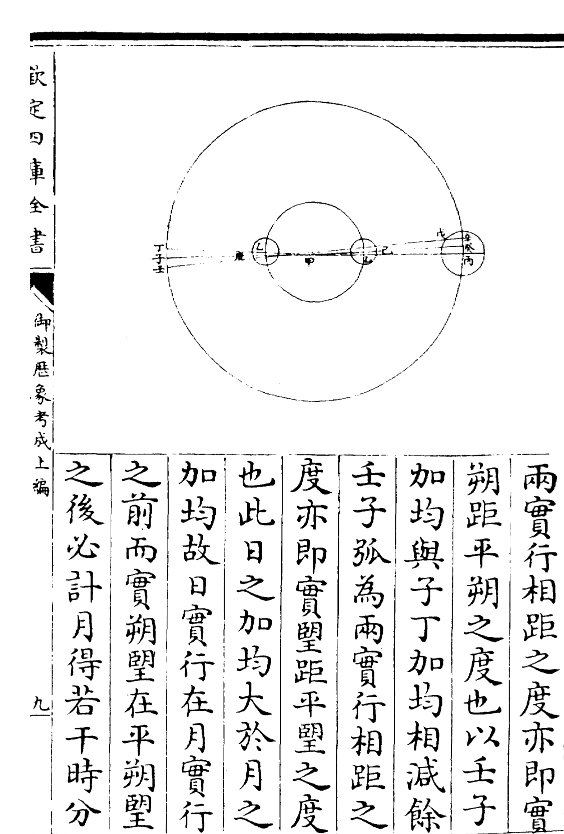


及壬子弧變為時分以減平朔望而得實朔望也若日之減均小於月之減均則日實行在月實行之前而實朔望在平朔望之後即以實行相距之時分加平朔望而得實朔望其理亦同也

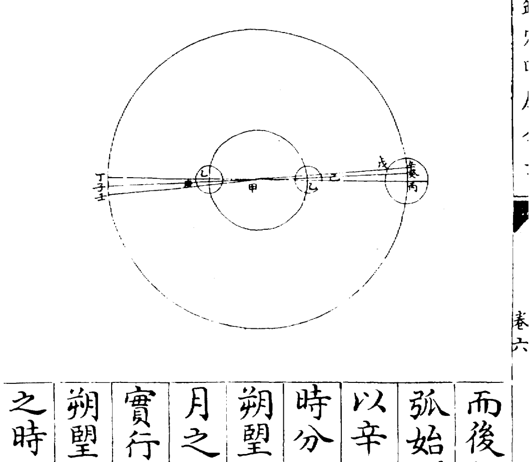
如平朔望在丙在丁而日



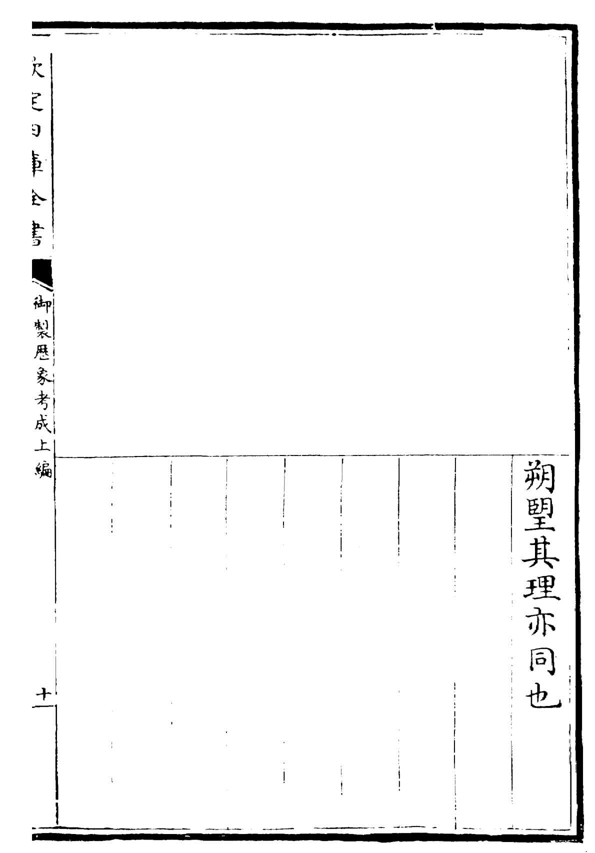
在戊月在己或在庚則日之實行度在辛相對之度在壬而辛丙及壬丁皆為加均乃實行過於平行之度月之實行度朔在癸望在子而癸丙及子丁亦皆為加均乃實行過於平行之度故以辛丙加均與癸丙加均相減餘辛癸弧為



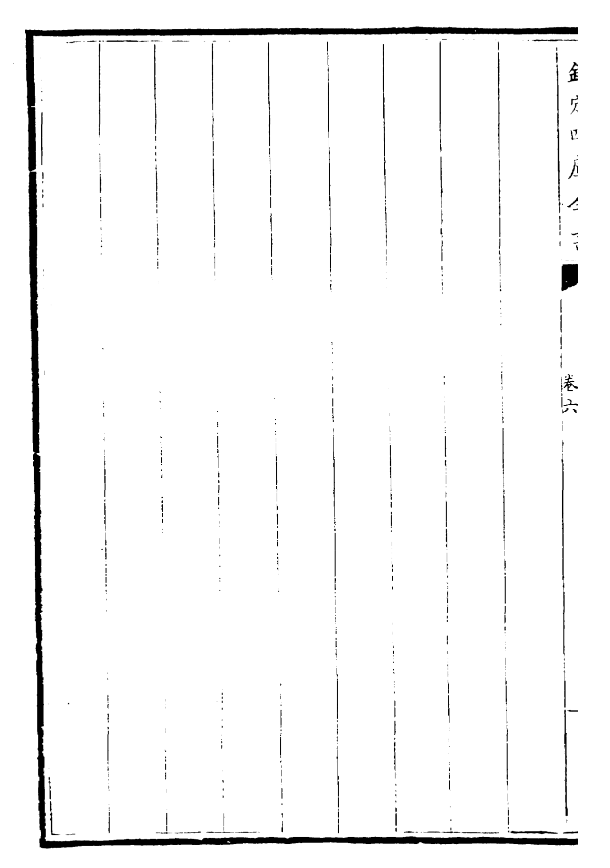
兩實行相距之度亦即實朔距平朔之度也以壬子加均與子丁加均相減餘壬子弧為兩實行相距之度亦即實望距平望之度也此日之加均大於月之加均故日實行在月實行之前而實朔望在平朔望之後必計月得若干時分



而後行過辛癸弧及壬子弧始能與日相會相對故以辛癸弧及壬子弧變為時分以加平朔望而得實朔望也若日之加均小於月之加均則日實行在月實行之後而實朔望在平朔望之前即以實行相距之時分減平朔望而得實

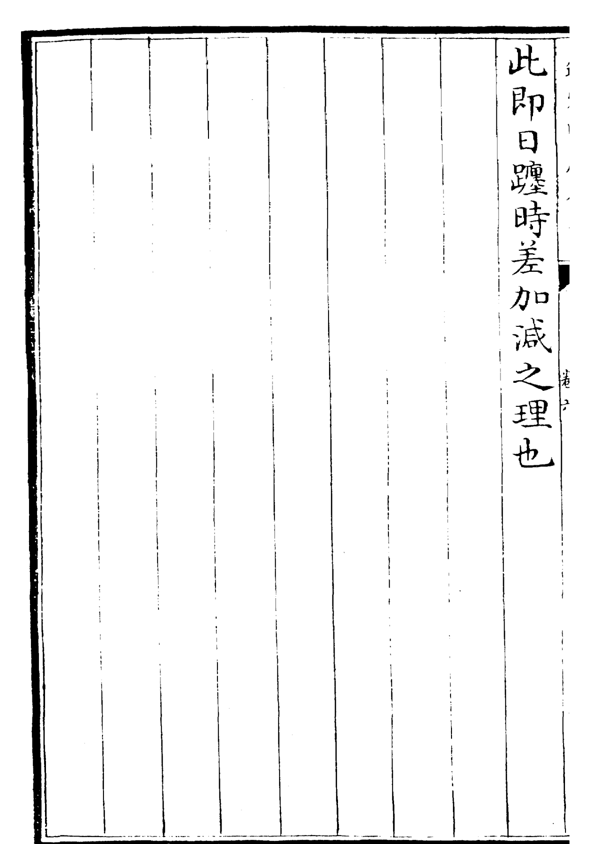


朔望其理亦同也



朔望用時

太陽與太陰實行相會相對為實朔望但實朔望之時刻按諸測驗猶有數分之差（或早或遲差至一刻）以其猶非用時也蓋實朔望固兩曜實會實對之度而推筭時刻則仍以平行所臨之位為時皆依黃道而定今推平行與實行既有盈縮差則時刻亦有增減又時刻以赤道為主而黃道赤道既有升度差則時刻亦有進退故必以本時太陽均數與升度差俱變為時分以加減實朔望之時刻為朔望用時乃與測驗脗合


此即日躔時差加減之理也

求日月距地與地半徑之比例

太陽太陰距地之遠近日躔月離地半徑差篇言之詳矣顧求地半徑差止用最高最卑中距三限而交食之日月視徑以及影徑影差則逐度不同且太陰在最高兩弦尤高太陰在最卑兩弦尤卑交食在朔望其高卑皆不及兩弦故欲求日月逐度之高必先定最高最卑中距之距地心線令依日月諸輪之行求得太陽在最高距地心一〇一七九二〇八（本天半徑加本輪半徑減均輪半徑）其與地半徑之比例為一與一千一百

六十二詳日躔歷理中距距地心一〇〇〇六四二一求均數時並求太陽距地心之邊即得其與地半徑之比例為一與一千一百四十二最卑距地心九八二〇七九二本天半徑減本輪半徑加均輪半徑其與地半徑之比例為一與一千一百二十二太陰在最高朔望時距地心一〇一七二五〇〇本天半徑加負圈半徑減均輪半徑又減次輪半徑又減次均輪半徑即得俱詳月離二三均數圖其與地半徑之比例為一與五十八又百分之一十六中距朔望時距地心九九二〇二七三求初均數時並求太陰距地心之邊內減次均輪半徑即得蓋朔望時無二三均但距地心少次均輪半徑耳其與地

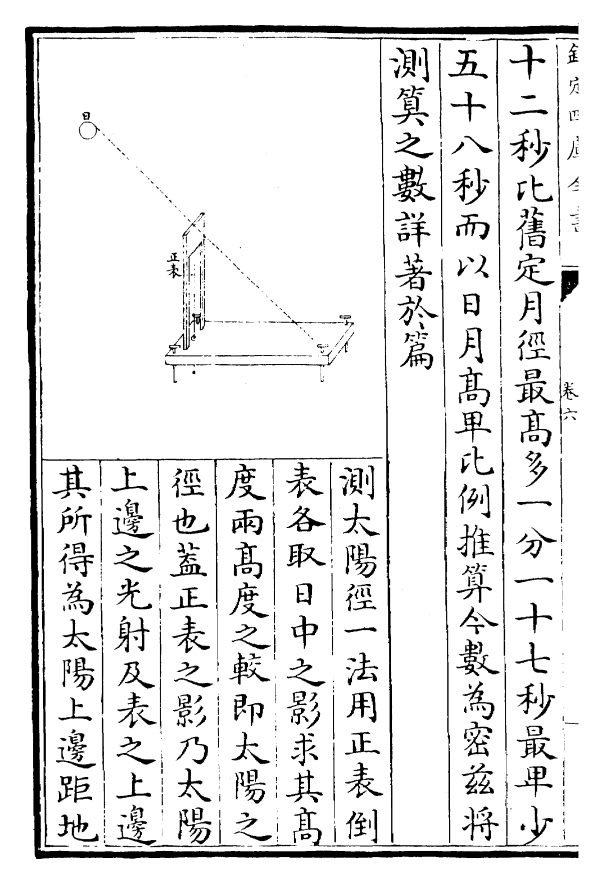
半徑之比例為一與五十六又百分之七十二（詳月離地半徑差篇最高最卑皆以此為比例）最卑朔望時距地心九五九二五○○（本天半徑減負圈半徑加均輪半徑又加次輪半徑減次均輪半徑即得）其與地半徑之比例為一與五十四又百分之八十四如求太陽在最高前後四十度距地心與地半徑之比例則以太陽最高距地心一○一七九二○八為一率一千一百六十二為二率太陽在最高前後四十度之距地心線一○一三九八九八為三率得四率一千一百五十七即當時日距地與地半徑之比例也求

月距地之法倣此

日月視徑

日月之徑為食分淺深之原所關甚大但人目所見者非實徑乃視徑也實徑為一定之數而視徑則隨時不同葢凡物遠則見小近則見大日月之行有高卑其去地之遠近逐日不同故其視徑之小大亦不等數年以来精推實測得太陽最高之徑為二十九分五十九秒最卑之徑為三十一分零五秒比舊定日徑最高少一秒最卑多五秒朔望時太陰最高之徑為三十一分四十七秒最卑之徑為三十三分四

十二秒比舊定月徑最高多一分一十七秒最卑少五十八秒而以日月高卑比例推算今數爲密茲將測算之數詳著於篇



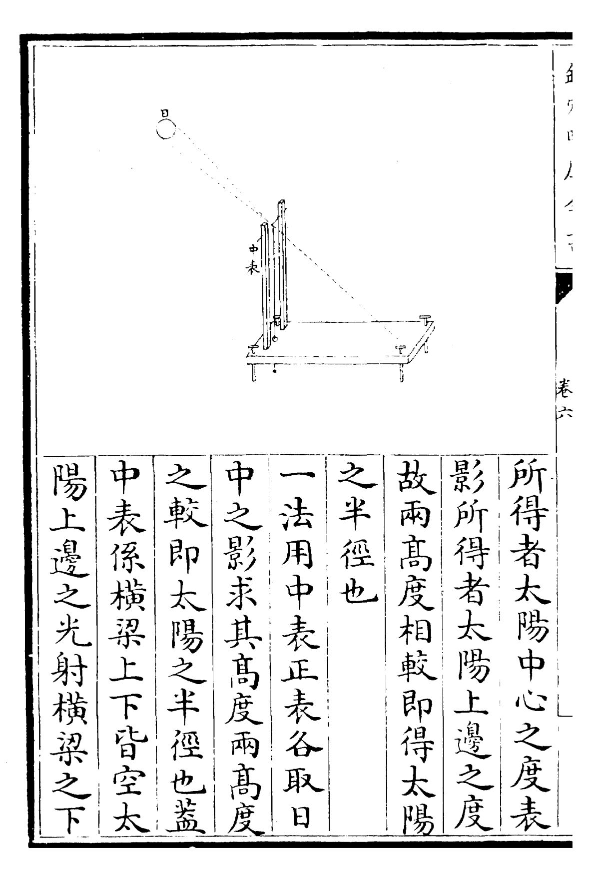
測太陽徑一法用正表倒表各取日中之影求其高度兩高度之較即太陽之徑也葢正表之影乃太陽上邊之光射及表之上邊其所得爲太陽上邊距地

象限儀

倒表

平之高度倒表之影乃太陽下邊之光射及表之下邊其所得為太陽下邊距地平之高度故兩高度之較即太陽之徑也

一法用儀器測得太陽午正之高度復用正表測影亦求其高度兩高度之較即太陽之半徑也葢儀器

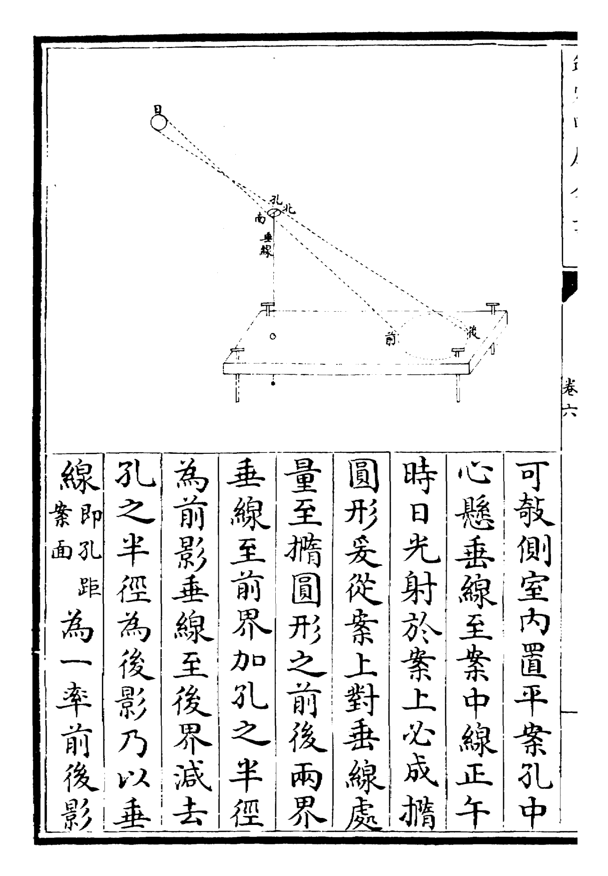


所得者太陽中心之度表影所得者太陽上邊之度故兩高度相較即得太陽之半徑也

一法用中表正表各取日中之影求其高度兩高度之較即太陽之半徑也蓋中表係橫梁上下皆空太陽上邊之光射橫梁之下

面太陽下邊之光射横梁之上面其所生之影必當太陽之中心故以中表所測之高度與正表所得太陽上邊之高度相較即得半徑也

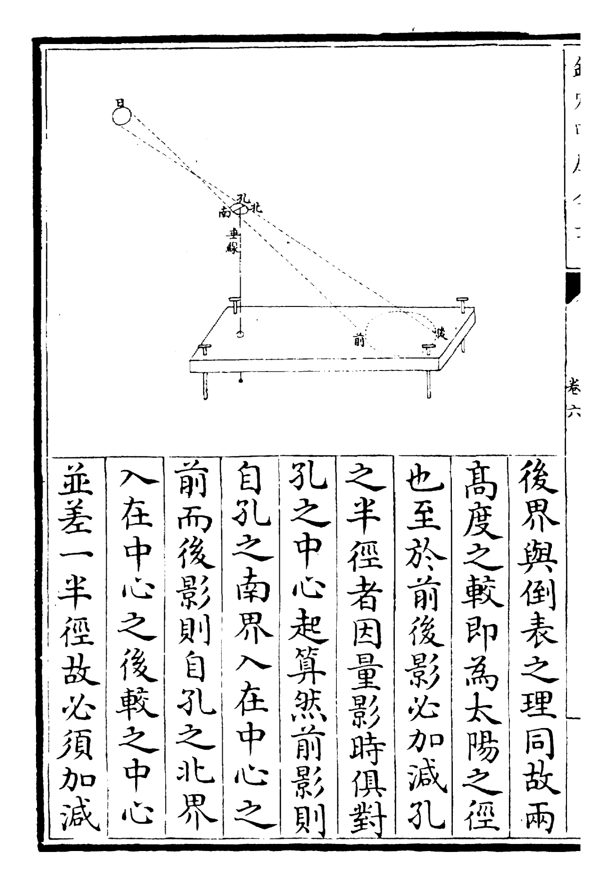
一法治一暗室令甚黝黑於室頂上開小圓孔徑一寸或半寸以透日光孔面頂平不



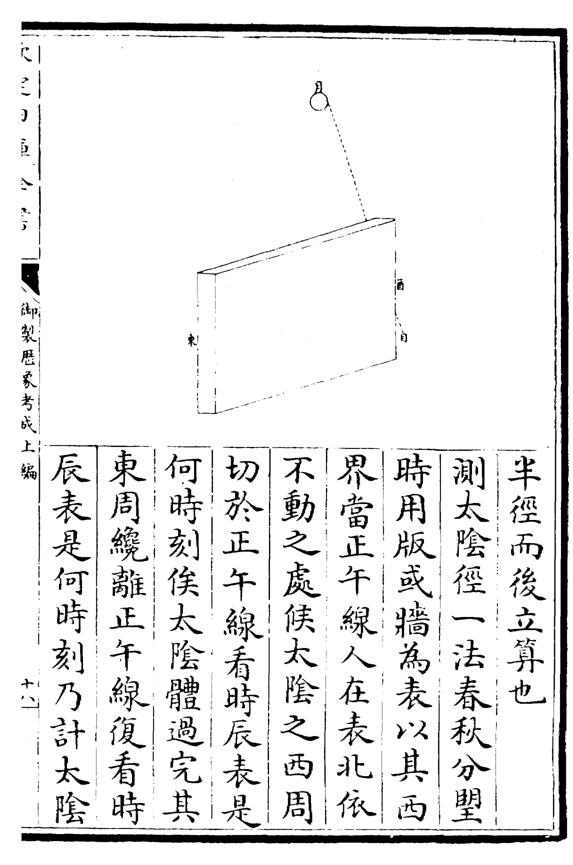
可敧側室内置平案孔中心懸垂線至案中線正午時日光射於案上必成橢圓形爰從案上對垂線處量至橢圓形之前後兩界垂線至前界加孔之半徑為前影垂線至後界減去孔之半徑為後影乃以垂線即孔距案面為一率前後影

日
孔
北
南
垂線
前
後

各為二率半徑一千萬為三率得四率並查八線表之餘切線得前後影之兩高度相減之較即太陽之全徑也蓋太陽上邊之光從孔南界射入至案為撱圓形之前界與正表之理同太陽下邊之光從孔北界射入至案為撱圓形之

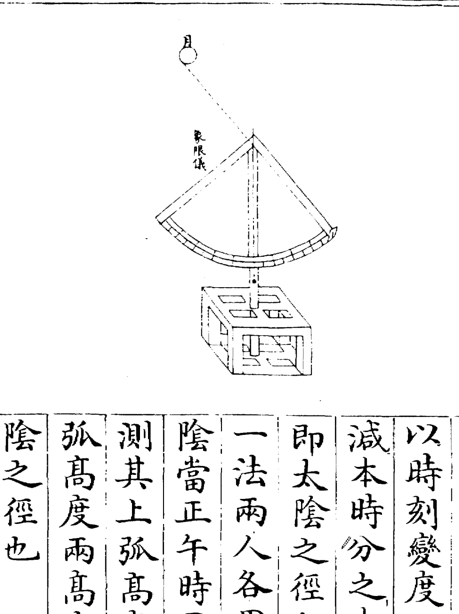


後界與倒表之理同故兩高度之較即為太陽之徑也至於前後影必加減孔之半徑者因量影時俱對孔之中心起算然前影則自孔之南界入在中心之前而後影則自孔之北界入在中心之後較之中心並差一半徑故必須加減



半徑而後立算也

測太陰徑一法春秋分望時用版或牆為表以其西界當正午線人在表北依不動之處俟太陰之西周切於正午線看時辰表是何時刻俟太陰體過完其東周纔離正午線復看時辰表是何時刻乃計太陰



過正午線共得幾何時刻以時刻變度每時之四分為一度內減本時分之太陰行度餘即太陰之徑也

一法兩人各用儀覊候太陰當正午時同時並測一測其上弧高度一測其下弧高度兩高度之較即太陰之徑也

一法用附近恒星以紀限儀測其距太陰左右兩弧之度其兩距度之較即太陰之徑也

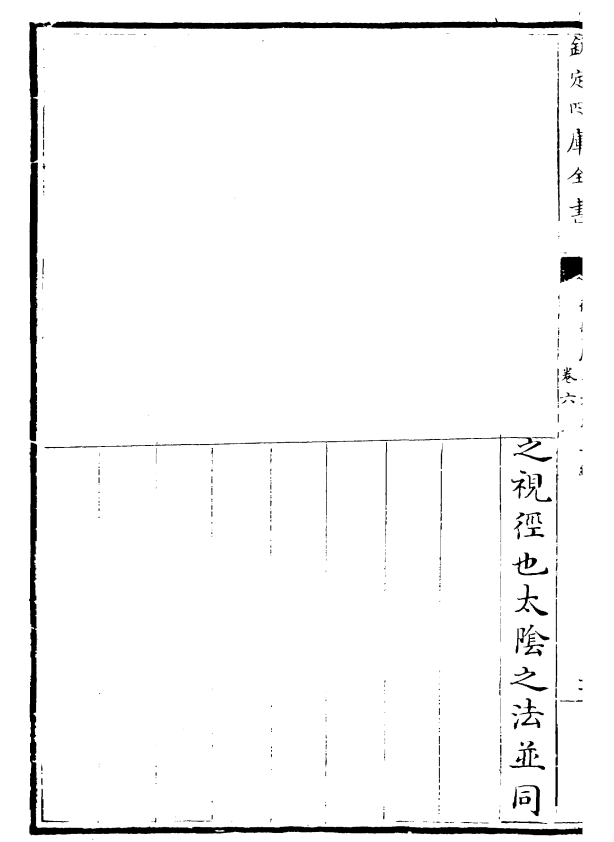
以上諸法逐時測量即得太陽太陰自高及卑之各半徑以立表又法不用逐時測量止測得最高最卑時之兩半徑相減用其較

一率　本輪徑二千萬
二率　矢五百萬
三率　徑差六十六秒
四率　一十六秒半

數與本輪之矢度為比例即可得高卑間之各半徑數也如太陽最高之徑為二十九分五十九秒最卑之徑為三十一分零五秒相差一分零六秒化為六十六秒令求距高卑前後六十度之視徑則命本輪徑為二千萬為一率六十

一率　本輪徑二千萬
二率　矢五百萬
三率　徑差六十六秒
四率　一十六秒半

度之矢五百萬爲二率徑差六十六秒爲三率得四率一十六秒半以加最高之徑二十九分五十九秒得三十分一十五秒半爲最高前後六十度之視徑以減最卑之徑三十一分零五秒得三十分四十八秒半爲最卑前後六十度

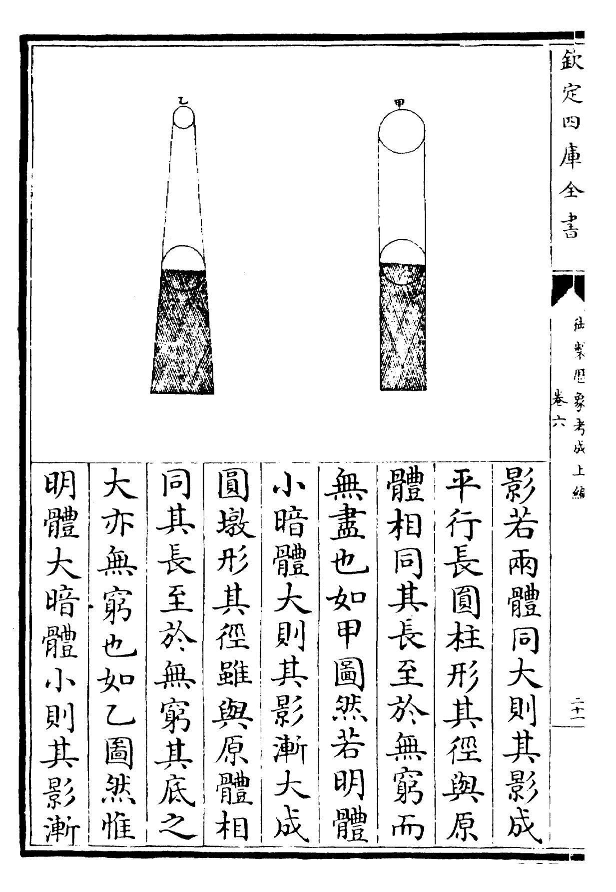


之視徑也太陰之法並同

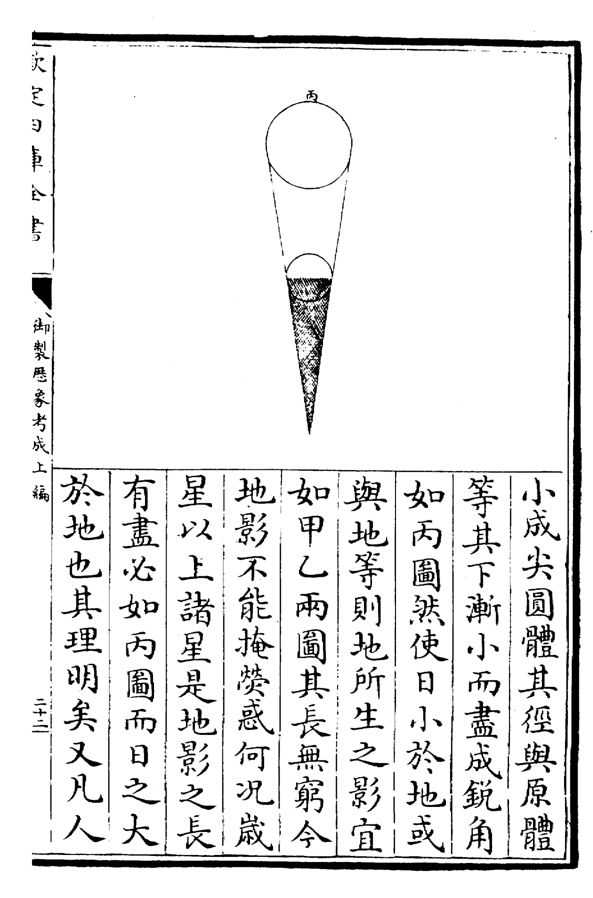
求日月實徑與地徑之比例

日月地三體各有大小之比例日最大地次之月最小新法歷書載日徑為地徑之五倍有餘月徑為地徑之百分之二十七強今依其法用日月高卑兩限各數推之所得實徑之數日徑為地徑之五倍又百分之七月徑為地徑之百分之二十七弱皆與舊數大致相符足徵其説之有據而非誣也

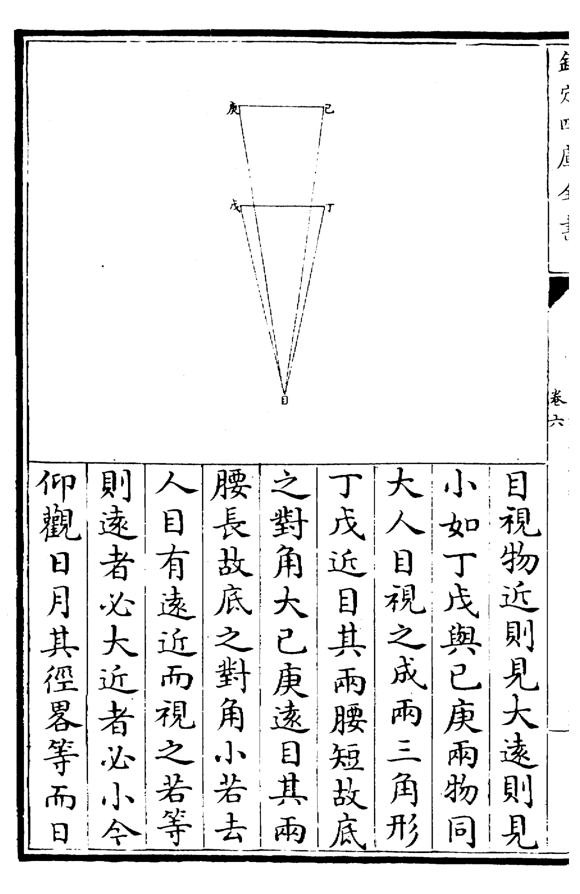
凡明暗兩體相對明體施光暗體受之其背即生黑



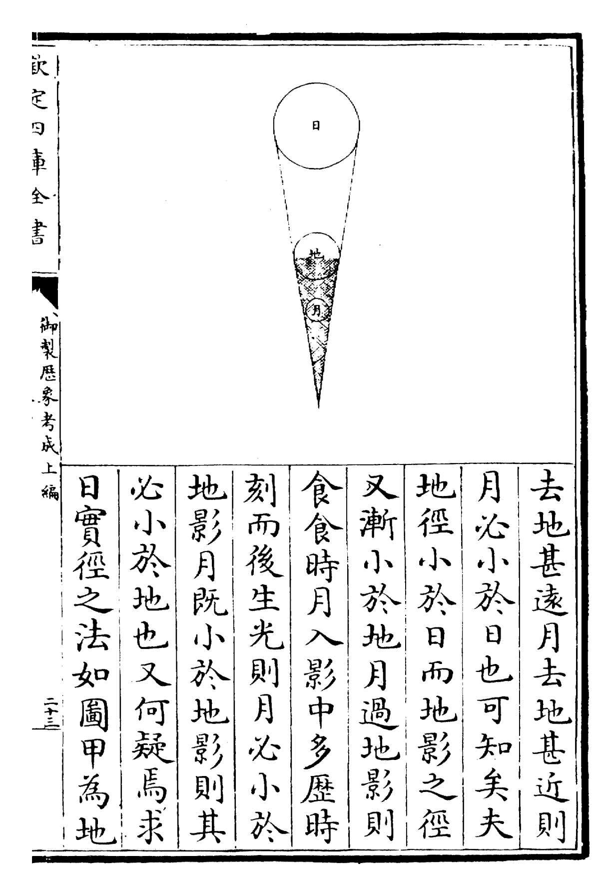
影若兩體同大則其影成平行長圓柱形其徑與原體相同其長至於無窮而無盡也如甲圖然若明體小暗體大則其影漸大成圓墩形其徑雖與原體相同其長至於無窮其底之大亦無窮也如乙圖然惟明體大暗體小則其影漸



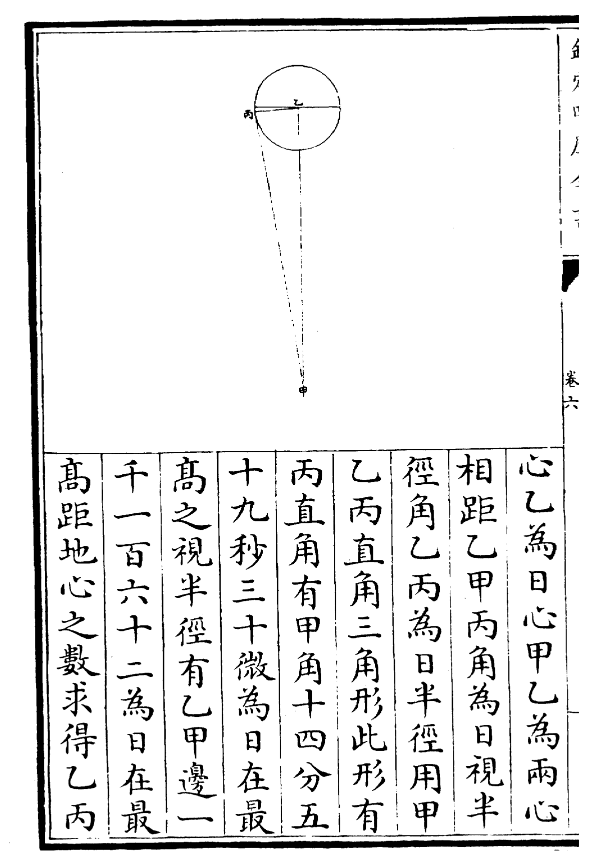
小成尖圓體其徑與原體等其下漸小而盡成銳角如丙圖然使日小於地或與地等則地所生之影宜如甲乙兩圖其長無窮今地影不能掩熒惑何況歲星以上諸星是地影之長有盡必如丙圖而日之大於地也其理明矣又凡人



目視物近則見大遠則見小如丁戊與己庚兩物同大人目視之成兩三角形丁戊近目其兩腰短故底之對角大己庚遠目其兩腰長故底之對角小若去人目有遠近而視之若等則遠者必大近者必小今仰觀日月其徑畧等而日

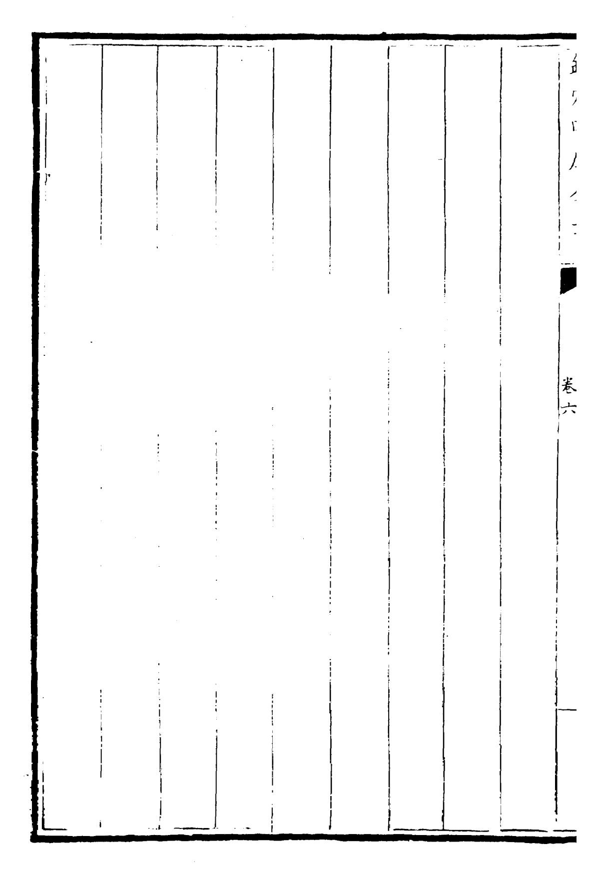


去地甚遠月去地甚近則月必小於日也可知矣夫地徑小於日而地影之徑又漸小於地月過地影則食食時月入影中多歷時刻而後生光則月必小於地影月既小於地影則其必小於地也又何疑焉求日實徑之法如圖甲為地



心乙為日心甲乙為兩心相距乙甲丙角為日視半徑角乙丙為日半徑用甲乙丙直角三角形此形有丙直角有甲角十四分五十九秒三十微為日在最高之視半徑有乙甲邊一千一百六十二為日在最高距地心之數求得乙丙

五又百分之七為日實半徑即為地半徑之五倍又百分之七也求月實徑之法倣此



地影半徑

太陽照地而生地影太陰過影而生薄蝕凡食分之淺深食時之久暫皆視地影半徑之大小其所係固非輕也但地影半徑之大小隨時變易其故有二一緣太陽距地有遠近距地遠者影巨而長距地近者影細而短此由太陽而變易者也一緣地影為尖圓體近地麤而遠地細太陰行最卑距地近則過影之麤處其徑大行最高距地遠則過影之細處其徑小此由太陰而變易者也今依太陽在最高所生之大

影為率而以太陰從高及卑各距地心之地半徑數求其相當之影半徑為影半徑表復求得太陽從高及卑所生之各影各求其太陰在中距所得之影半徑俱與太陽在最髙所生之大影相較餘為影差列於本表之下用時以太陰引數宮度查得影半徑復以太陽引數宮度查得影差以減影半徑即得所求之地影實半徑也

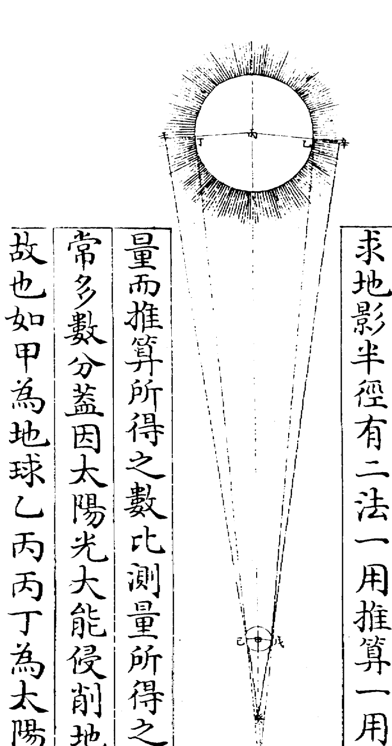
如圖甲為地球乙丙皆為太陽乙為最髙丙為最卑太陽從最髙乙癸光則地

影長大為丁己戊從最卑丙發光則地影短小為丁庚戊太陰遇丁己戊大影而在最高辛則其所當之影徑如辛壬在最卑癸則其所當之影徑如癸子若太陰遇丁庚戊小影而在最高辛則其所當之影徑如丑寅在最卑癸則其所

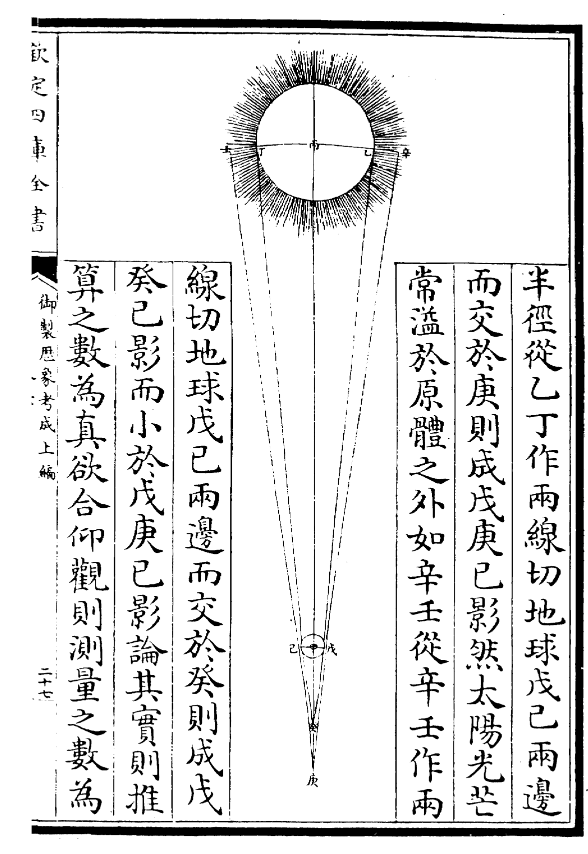
乙
丙
甲
戊
丁
子
壬
辛
癸
己

當之影徑如卯辰其兩半徑之較為辛丑與癸卯是所謂影差也

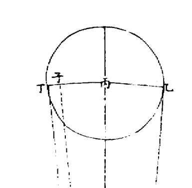
求地影半徑有二法一用推算一用測



量而推算所得之數比測量所得之數常多數分蓋因太陽光大能侵削地影故也如甲為地球乙丙丙丁為太陽實

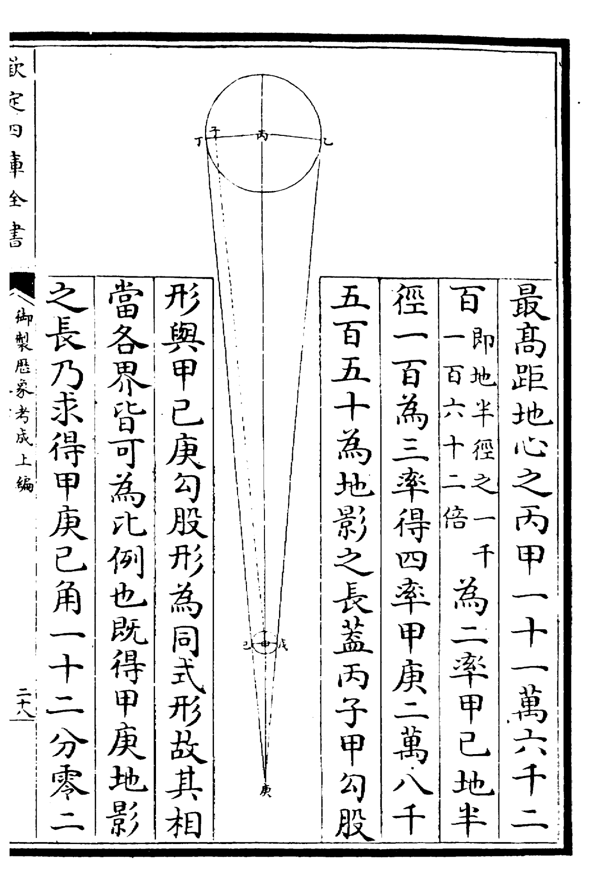


半徑從乙丁作兩線切地球戊己兩邊而交於庚則成戊庚己影然太陽光芒常溢於原體之外如辛壬從辛壬作兩線切地球戊己兩邊而交於癸則成戊癸己影而小於戊庚己影論其實則推算之數為真欲合仰觀則測量之數為

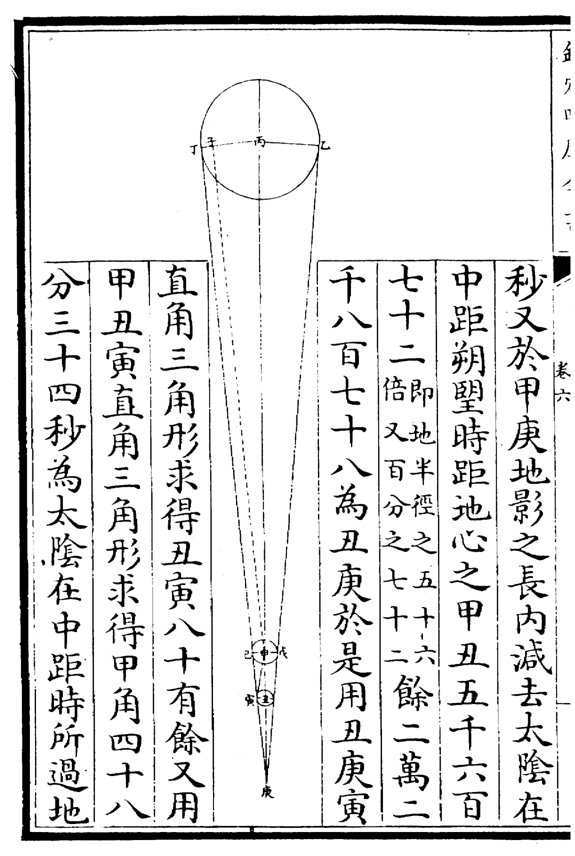


準故地影表所列之數皆小於推算之數也

推算之法命地半徑甲己為一百分則太陽實半徑丙丁為五百零七分太陽實徑為地徑之五倍又百分之七今以地半徑為一百分則太陽實半徑為五百零七分以甲己與丙丁相減餘丙子四百零七乃以丙子四百零七為一率太陽在



最高距地心之丙甲一十一萬六千二百即地半徑之一千一百六十二倍為二率甲己地半徑一百為三率得四率甲庚二萬八千五百五十為地影之長蓋丙子甲勾股形與甲己庚勾股形為同式形故其相當各界皆可為比例也既得甲庚地影之長乃求得甲庚己角一十二分零二

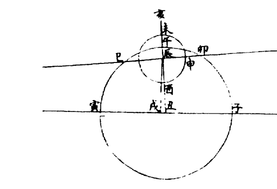


秒又於甲庚地影之長內減去太陰在中距朔望時距地心之甲丑五千六百七十二即地半徑之五十六倍又百分之七十二餘二萬二千八百七十八為丑庚於是用丑庚寅直角三角形求得丑寅八十有餘又用甲丑寅直角三角形求得甲角四十八分三十四秒為太陰在中距時所過地

影之半徑查地影半徑表為四十四分四十三秒多三分五十一秒

測量之法如康熙五十六年丁酉八月十七日月食其實引為二宮三度四十一分零三秒距地心五十七地半徑零百分之四十一測得緯度在黃道北三十六分一十八秒月半徑為一十六分一十秒食分為二十三分三十秒乃以黃道緯度三十六分一十八秒求得白

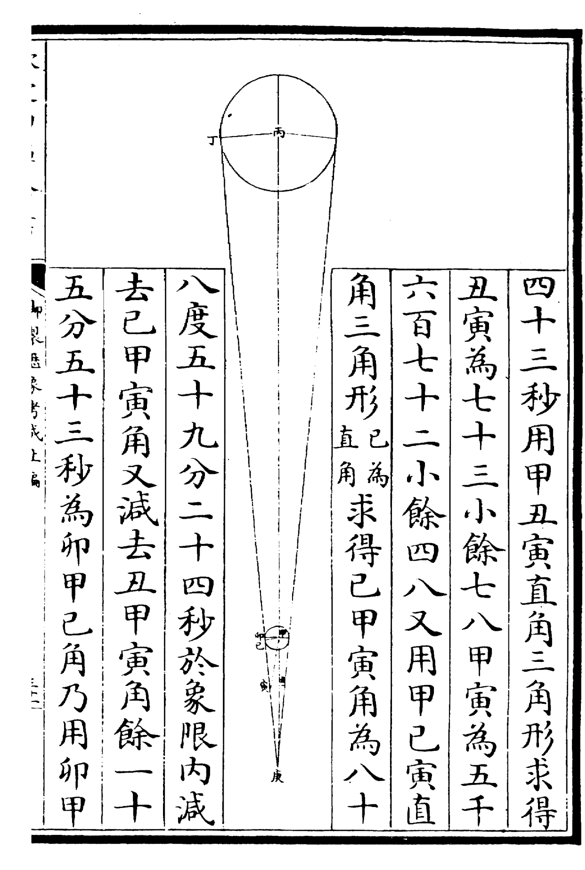
道緯度三十六分二十六秒為食甚距緯與食分二十三分三十秒相加得五十九分五十六秒內減月半徑一十六分一十秒餘四十三分四十六秒為地影半徑查地影半徑表為四十三分五十四秒相差八秒乃本時太陽之影差也表數乃太陽在最高之影今太陽在八宮故差八秒如圖子丑寅為黃道卯辰巳為白道卯子寅巳為地影午丑為地影半徑未申酉為月未



辰為月半徑月行白道從卯至辰距地影心丑最近是為食甚午酉即為食分辰戌為黃道緯度辰丑即白道緯度用辰丑戌正弧三角形此形有辰角與黃白交角等有戌直角有辰戌邊求得辰丑為食甚距緯以午酉食分與辰丑距緯相加成亥丑內減與月半徑未辰相等之亥午餘午丑即為地影之半徑也

推算所得之數既大於測量所得之數

則太陽光大之能侵削地影可知矣然不得太陽之光分雖逐時測量又有影差雜於其內則地影之大小終不能得其真今立法以太陰在中距之地影半徑四十四分四十三秒為準（前測月食實引二宮三度近中距而其影畧與表合故以中距之地影為準）求太陽之光分命地半徑甲己為一百分則太陰在中距朔望時距地心之甲丑為五千六百七十二丑甲寅角即為四十四分

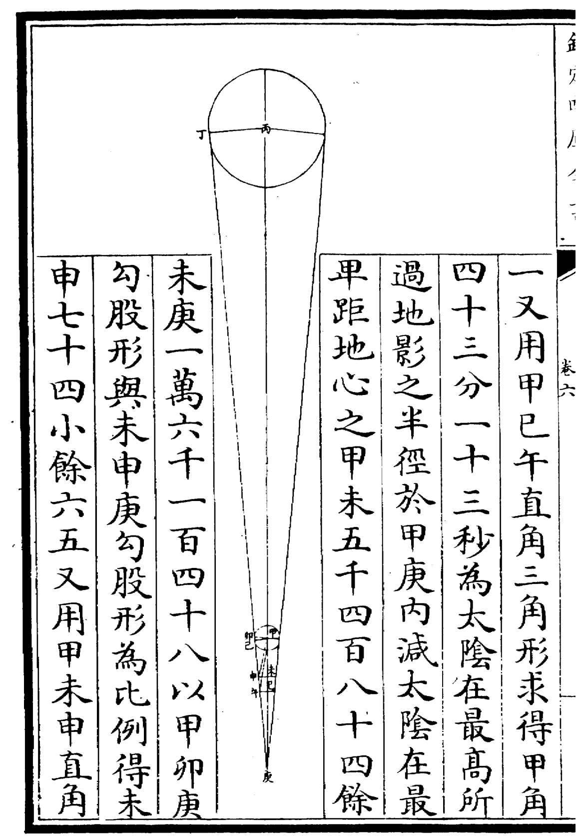


四十三秒用甲丑寅直角三角形求得丑寅為七十三小餘七八甲寅為五千六百七十二小餘四八又用甲己寅直角三角形（己為直角）求得己甲寅角為八十八度五十九分二十四秒於象限内減去己甲寅角又減去丑甲寅角餘一十五分五十三秒為卯甲己角乃用卯甲



己直角三角形己為直角求得甲卯為一百又千分之一甲卯內減去與丑寅相等之甲辰餘二十六小餘二二一為辰卯於是以卯辰寅勾股形辰寅與甲丑等與卯甲庚勾股形為比例得甲庚二萬一千六百三十二即地影之長又以甲己庚勾股形與丙丁庚勾股形為比例得丙丁

六百三十七即太陽之光分為地半徑之六倍又百分之三十七也既得丙丁太陽之光分又得甲庚地影之長乃於甲庚內減太陰在最高距地心之甲巳五千八百一十六餘巳庚一萬五千八百一十六以甲卯庚勾股形與巳午庚勾股形為比例得巳午七十三小餘一



一又用甲巳午直角三角形求得甲角四十三分一十三秒為太陰在最高所過地影之半徑於甲庚內減太陰在最卑距地心之甲未五千四百八十四餘未庚一萬六千一百四十八以甲卯庚勾股形與未申庚勾股形為比例得未申七十四小餘六五又用甲未申直角

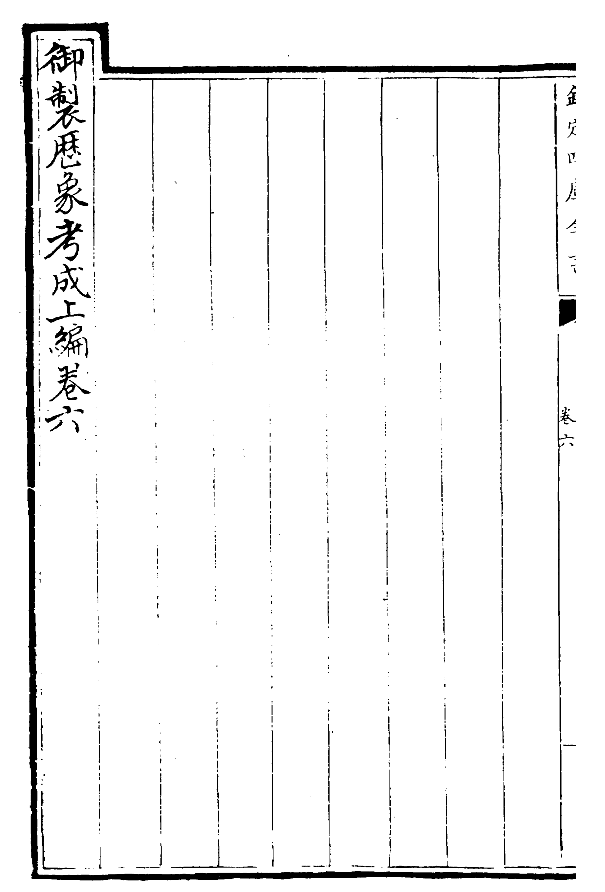
三角形求得甲角四十六分四十八秒為太陰在最卑所過地影之半徑比舊表最高多一十三秒最卑少一十二秒葢舊表固由實測要亦準於太陰之高卑今測太陰之在最高較舊數為稍卑故月徑大而影徑亦大太陰之在最卑較舊數為稍高故月徑小而影徑亦小然月徑約以三十分為十分影徑差一十二秒食分止差四秒固不失為密合

况影徑隨月徑而大小尤不致舛謬也

於是以隨時太陰距地心之地半徑數各與地影之長相減以求得地影之半徑線又各求其相當之角即得太陰隨時之影半徑以立表

求影差之法用太陽在最高所生之長影求得太陰在中距時所當之影半徑四十四分四十三秒為率而以太陽在最卑所生之短影亦求得太陰在中距

所當之影半徑為四十四分零八秒相差三十五秒為太陽最高最卑兩限之影差其餘影差俱依此例推之


御製歴象考成上編卷六

欽定四庫全書薈要卷一萬七百七十二 子部

御製歷象考成上編卷七

交食歷理二 專論月食

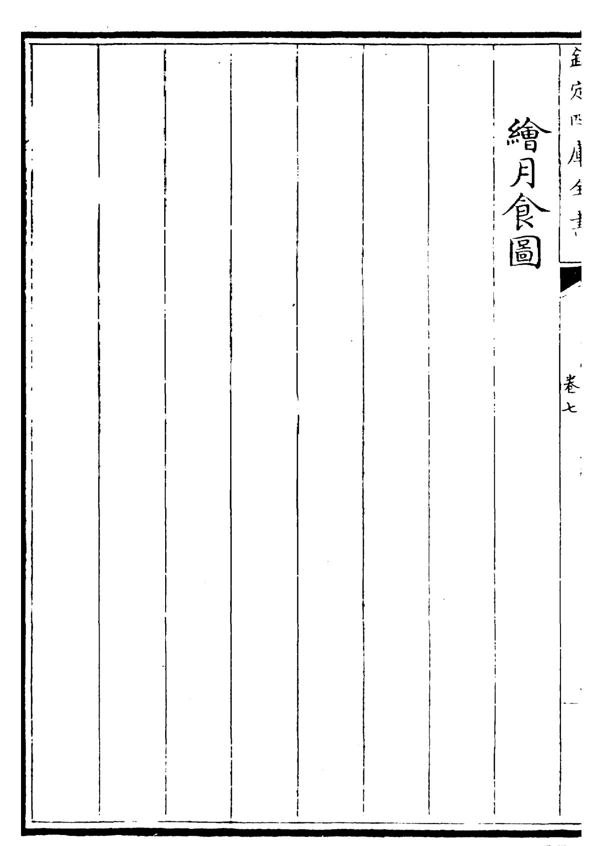
太陰食限

月食分秒

月食五限時刻

見食先後

定月食方位



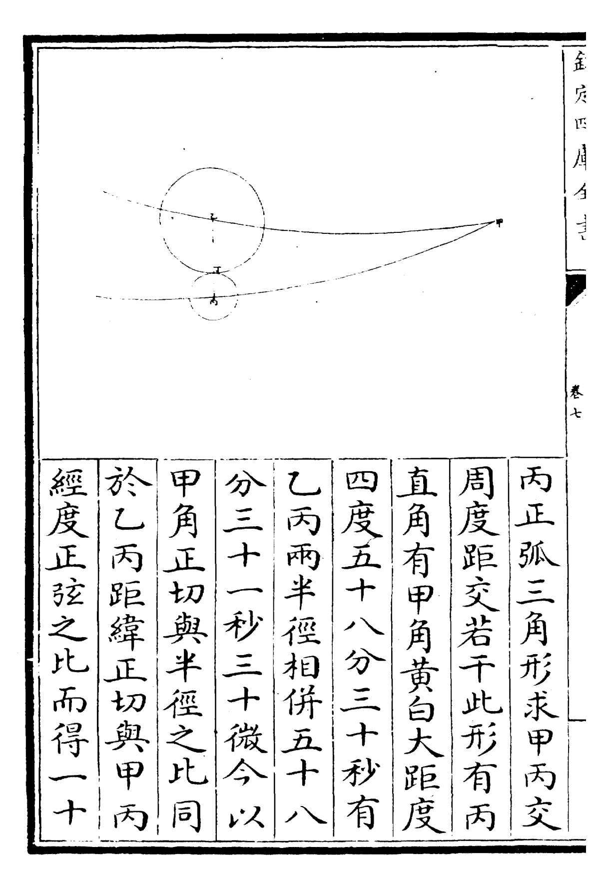
繪月食圖

太陰食限

食限者推太陰交周度距交若干爲入食限之始也太陰半徑與地影半徑相切即入食之限故以兩半徑相併之數當黄白兩道之距緯度而求其相當之經度得距交一十一度一十六分四十五秒爲必食之限距交一十二度一十六分五十五秒爲可食之限蓋必食者無不食可食者或食或不食也二者皆實望之限若論平望其限尤寛得距交一十四度五十四分即爲有食之限矣解之如左

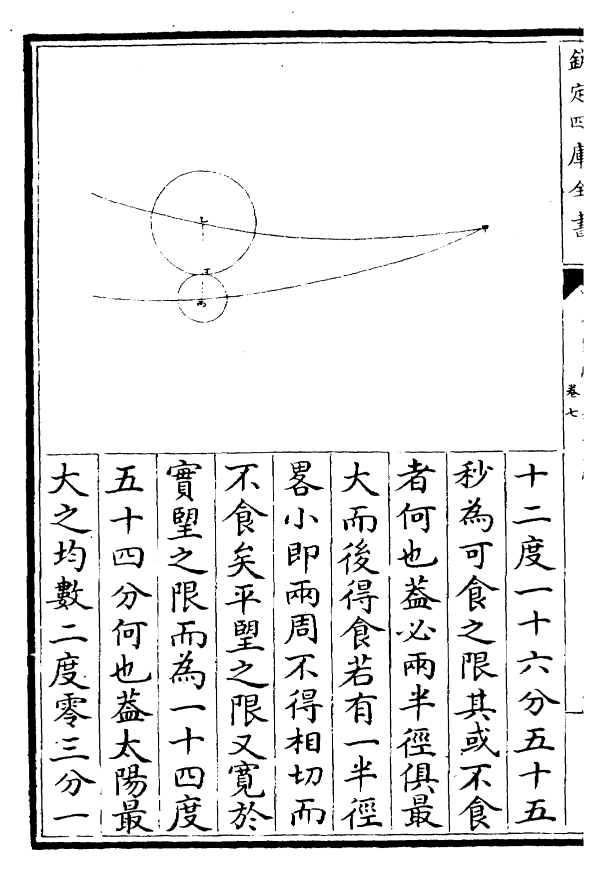
地影半徑最小者四十二分三十八秒太陰半徑最小者一十五分五十三秒三十微相併得五十八分三十一秒三十微黄白距緯度在此數以内者月必食以此數當距緯求其經度則用黄白大距四度五十八分三十秒之正切與

半徑為比例即得一十一度一十六分四十五秒為必食之限如圖甲乙為黃道甲丙為白道甲為二道之交乙為地影心丙為月心兩周相切於丁乙丁丙為兩半徑之共數若距度在此數以內則月周侵入地影內而見食故用甲乙



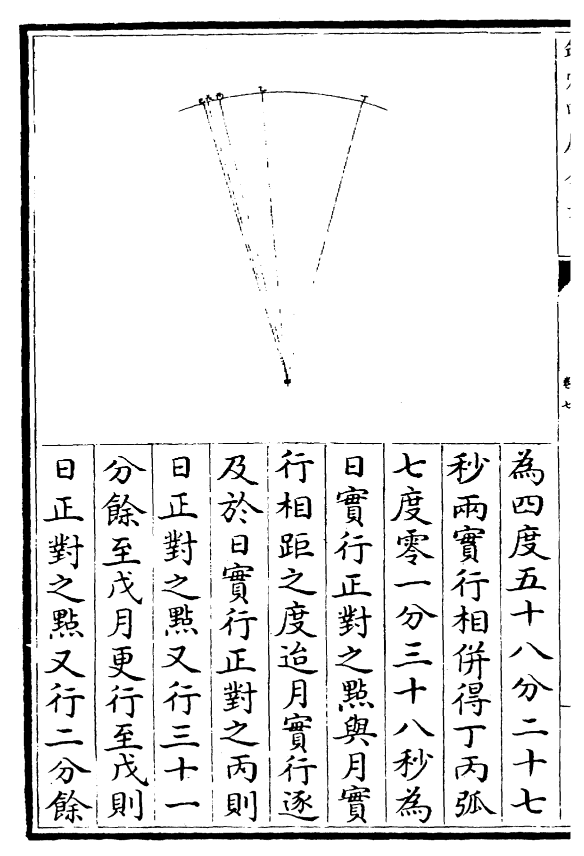
丙正弧三角形求甲丙交周度距交若干此形有丙直角有甲角黄白大距度四度五十八分三十秒有乙丙兩半徑相併五十八分三十一秒三十微今以甲角正切與半徑之比同於乙丙距緯正切與甲丙經度正弦之比而得一十

一度一十六分四十五秒為甲丙距交之度也地影半徑最大者四十六分四十八秒太陰半徑最大者一十六分五十一秒相併得一度零三分三十九秒黃白距緯度在此數以內者月可食以此數當距緯按前法求經度得一



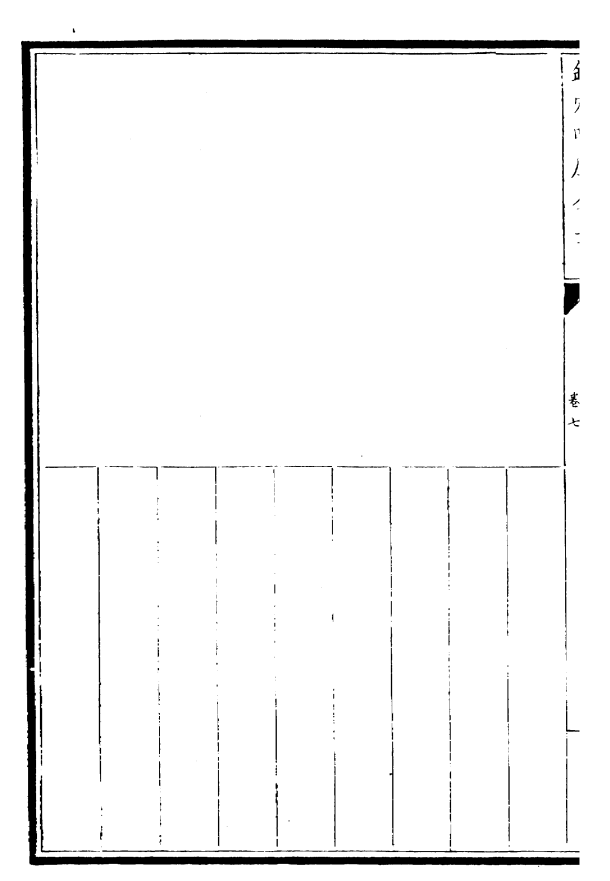
十二度一十六分五五十五秒為可食之限其或不食者何也葢必兩半徑俱最大而後得食若有一半徑畧小即兩周不得相切而不食矣平望之限又寬於實望之限而為一十四度五十四分何也葢太陽最大之均數二度零三分一

十一秒太陰最大之均數四度五十八分二十七秒相併得七度零一分三十八秒為兩實行相距最遠之度如圖甲為地心乙為黃道上平朢之點日之實行正對之度在丙乙丙弧為二度零三分一十一秒月之實行度在丁丁乙弧



為四度五十八分二十七秒兩實行相併得丁丙弧七度零一分三十八秒為日實行正對之點與月實行相距之度迨月實行逐及於日實行正對之丙則日正對之點又行三十一分餘至戊月更行至戊則日正對之點又行二分餘

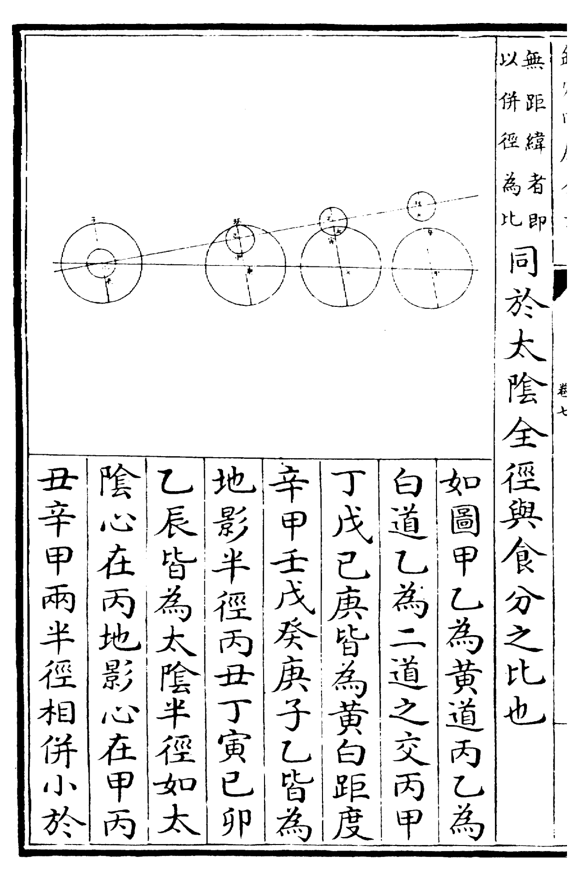
至巳月必又行至巳方為實望共計乙巳弧得二度三十七分有餘為實望距平望之數以此數與實望之限相加得一十四度五十四分乃為平望之食限也



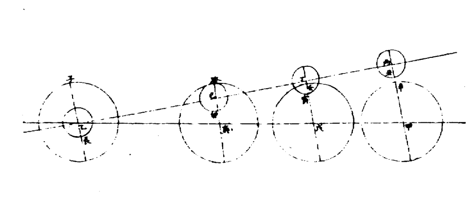
月食分秒

月食分數之淺深視黄白距緯之多少距緯愈少太陰心與地影心相去愈近則太陰入影愈深故用太陰半徑地影半徑相併而與距緯相較併徑大於距緯之較即為月食之分若併徑小於距緯則月不食若太陰恰當交點而無距緯則併徑全為食分為月食之最深也但太陰與地影之半徑分秒皆係弧度而論食分則以太陰全徑直線計之其法命太陰全徑為十分以太陰視徑分秒與併徑距緯之較之比

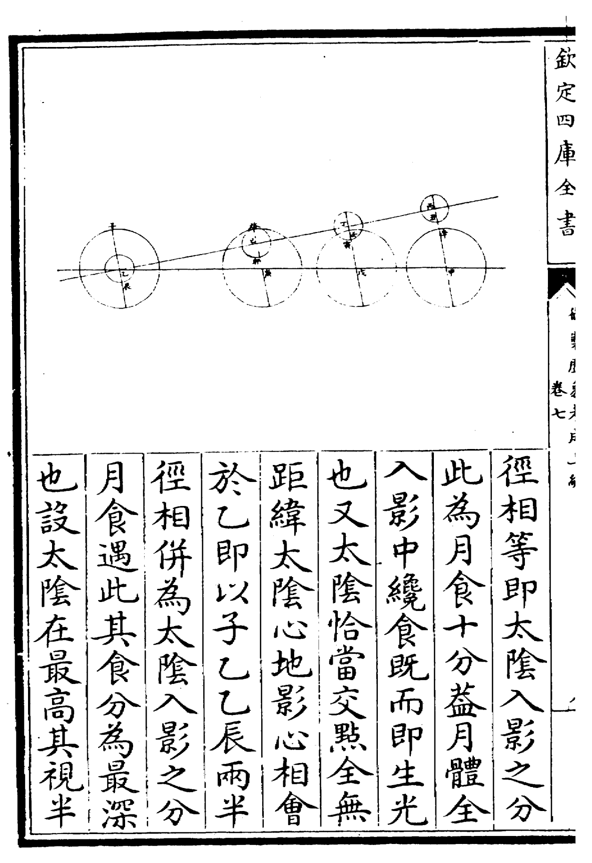
無距緯者即以併徑為比同於太陰全徑與食分之比也



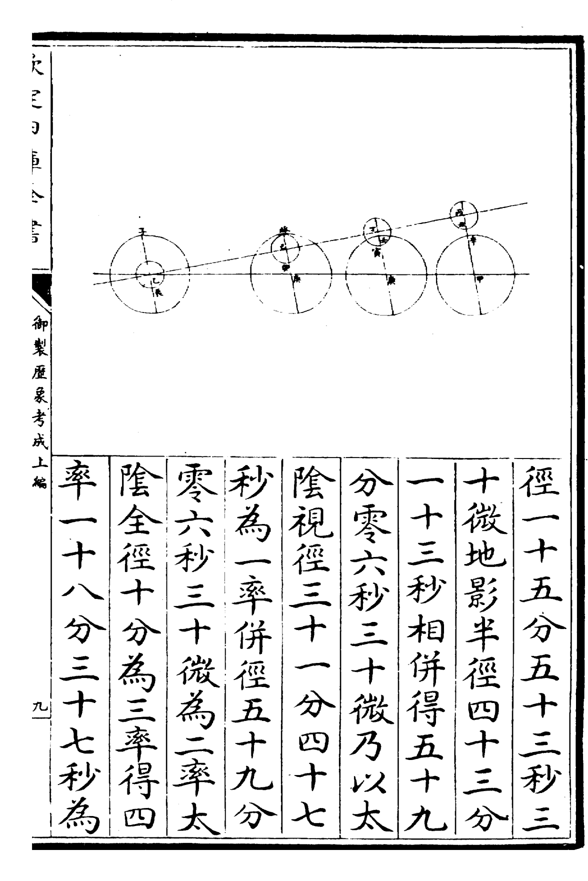
如圖甲乙為黃道丙乙為白道乙為二道之交丙甲丁戊己庚皆為黃白距度辛甲壬戊癸庚子乙皆為地影半徑丙丑丁寅巳卯乙辰皆為太陰半徑如太陰心在丙地影心在甲丙丑辛甲兩半徑相併小於



丙甲距緯則太陰不入於影故不食也如太陰心在丁地影心在戊丁寅壬戊兩半徑相併大於丁戊距緯其較為壬寅即太陰入影之分也又如太陰心在已地影心在庚已卯癸庚兩半徑相併大於已庚距緯其較為癸卯與太陰全



徑相等即太陰入影之分此為月食十分益月體全入影中纔食既而即生光也又太陰恰當交點全無距緯太陰心地影心相會於乙即以子乙乙辰兩半徑相併為太陰入影之分月食遇此其食分為最深也設太陰在最高其視半



徑一十五分五十三秒三十微地影半徑四十三分一十三秒相併得五十九分零六秒三十微乃以太陰視徑三十一分四十七秒為一率併徑五十九分零六秒三十微為二率太陰全徑十分為三率得四率一十八分三十七秒為

月食之最大分也

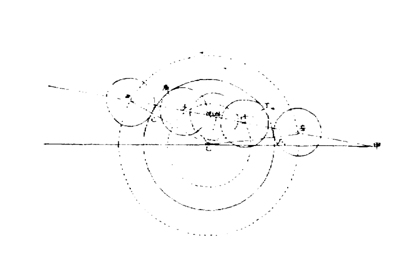
月食五限時刻

月食五限一曰初虧月將入影兩周初切也一曰食既月全入影其光盡掩也是二者在食甚前一曰生光月將出影其光初吐也一曰復圓月全出影兩周方離也是二者在食甚後月食十分以上者有五限十分以下者止三限無食既與生光也其時刻之多寡則由於入影之淺深過影之遲速葢距緯有寛狹寛則入影淺而時刻少狹則入影深而時刻多又月與影之半徑各有

小大月大影小則過影速而時刻少月小影大則過影遲而時刻多抑且自行有遲疾遲則出影遲疾則出影速故雖距緯同半徑同而自行不同即時刻亦不同也其食甚前後各限相距之時刻恒等而食甚又非實望之時所差雖微而理則實異夫地影之心即太陽正對之點地影心距交之黄道經度與月心距交之白道經度等是為東西同經即為實望然月心與影心斜距猶遠惟從白極出弧線過影心至白道與白道成直角月心臨此直角之點乃為食甚葢

惟此時月心與影心相距甚近食分最深也

如圖甲乙為黃道甲丙為白道甲為交點丙為實朢之度丁戊己庚為地影乙為影心甲乙與甲丙等辛壬癸子丑為五限月心所在辛為初虧戊為初虧之點壬為食既丁為食既之點癸為食甚癸乙為食甚



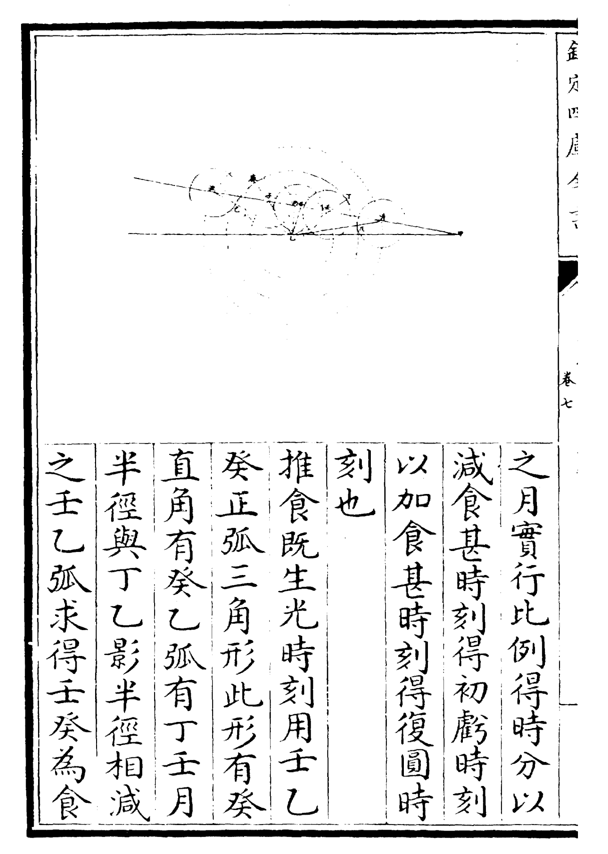
距緯較丙乙為近此線引長必過白極故與白道成直角子為生光庚為生光之點丑為復圓己為復圓之點癸丙為食甚距實望之弧辛癸為初虧距食甚之弧與復圓距食甚之癸丑弧等壬癸為食既距食甚之弧與生光距食甚之

癸子弧等故求得食甚前兩限距食甚之時刻以減食甚時刻得食甚前兩限之時刻以加食甚時刻得食甚後兩限之時刻也若以丙為食甚則丙乙之距大於癸乙必非入影最深之處而前後各限之距俱不相等矣

推食甚時刻求癸丙弧法

用乙甲癸正弧三角形此形有癸直角有甲角有甲乙黄道度與甲丙交周度等求得甲癸以甲癸與甲丙相減得癸丙乃用變時法以一時之月實行與一時之比同於癸丙度分與時分之比即得時之若干

分秒而行癸丙弧爲食甚距實望之時分加減實望時刻即得食甚之時刻矣推初虧復圓時刻用辛乙癸正弧三角形此形有癸直角有癸乙弧有辛戊月半徑與戊乙影半徑相加之辛乙弧求得辛癸爲初虧距食甚之弧亦用一時



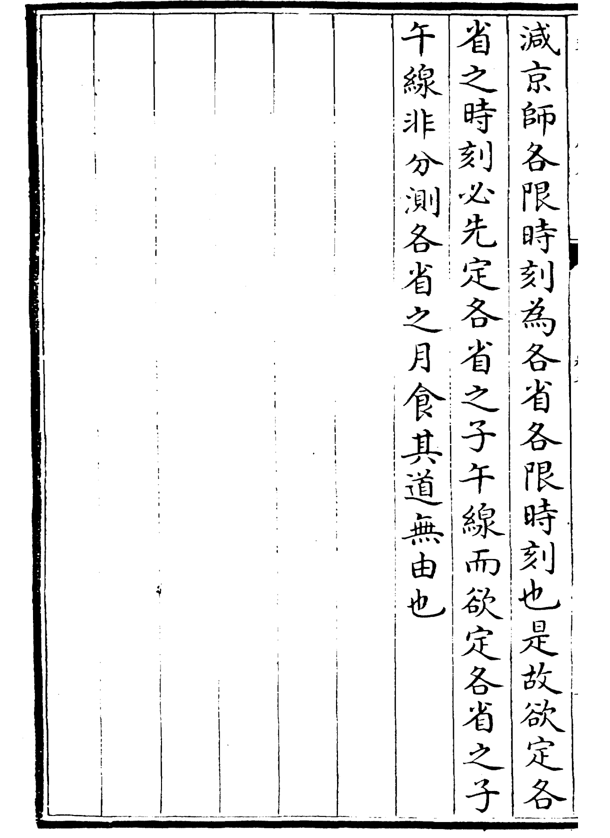
之月實行比例得時分以減食甚時刻得初虧時刻以加食甚時刻得復圓時刻也

推食既生光時刻用壬乙癸正弧三角形此形有癸直角有癸乙弧有丁壬月半徑與丁乙影半徑相減之壬乙弧求得壬癸為食

既距食甚之弧亦用一時之月實行比例得時分以減食甚時刻得食既時刻以加食甚時刻得生光時刻也

見食先後

月食深淺分數天下皆同而虧復各限時刻不同者非月入影有先後乃人居地面有東西也葢日之所之為時隨人所居各以見日出入為東西日中為南為子午而平分時刻故其地同居一子午線者雖南北懸殊北極出地高下不同而時刻不異若東西易地雖北極同高而西方見食必先東方見食必後也凡東西差一度則時差四分今以京師為主視各省之子午線在京師東者以時差加在京師西者以時差減皆加



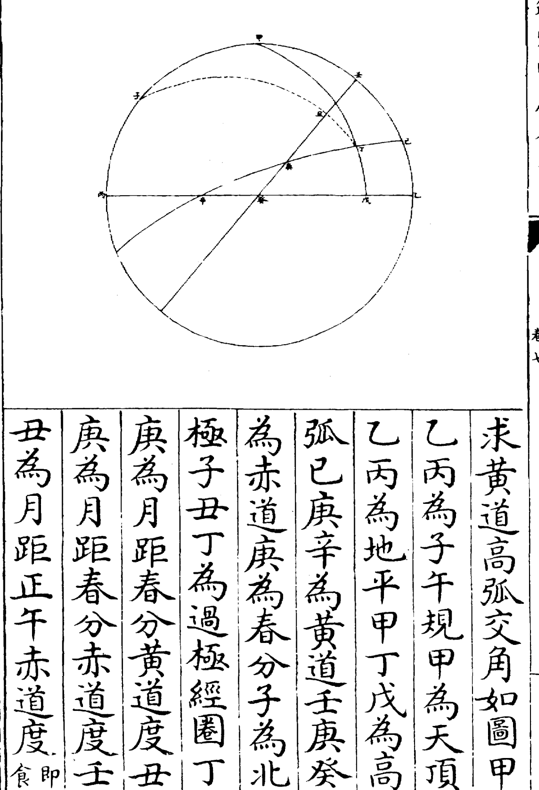
減京師各限時刻為各省各限時刻也是故欲定各省之時刻必先定各省之子午線而欲定各省之子午線非分測各省之月食其道無由也

定月食方位

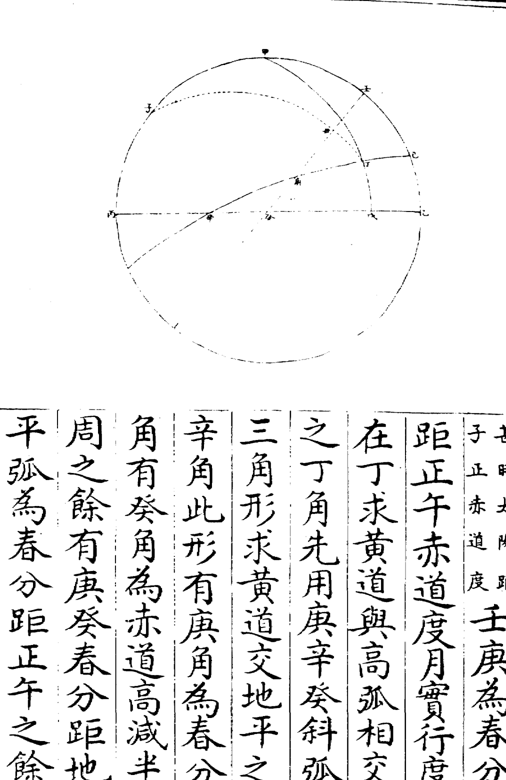
歷來歷書定月食初虧復圓方位距緯在黃道北初虧東南復圓西南在黃道南初虧東北復圓西北食八分以上則初虧正東復圓正西此東西南北主黃道之經緯言非謂地平經度之東西南北也惟月實行之度在初宮六宮初度望時又為子正則黃道經緯之東西南北與地平經度合否則黃道升降有邪正而加時距午有遠近故兩經緯迥然各别而所推之東西南北必不與地平之方位相符不如實指其

在月體之上下左右為衆目所共覩乃為親切也其法從天頂作高弧過月心至地平即分月體為左右兩半周又平分為上下兩象限即成左上左下右上右下四象限而黄道在地平上之半周亦平分為東西兩象限乃於初虧復圓二限各求其黄道交高弧之角若月當黄道無距緯而交角滿九十度則初虧正左復圓正右在黄道西象限而交角在四十五度以上初虧左稍偏上復圓右稍偏下交角在四十五度以下初虧上稍偏左復圓下稍偏右在黄道東象

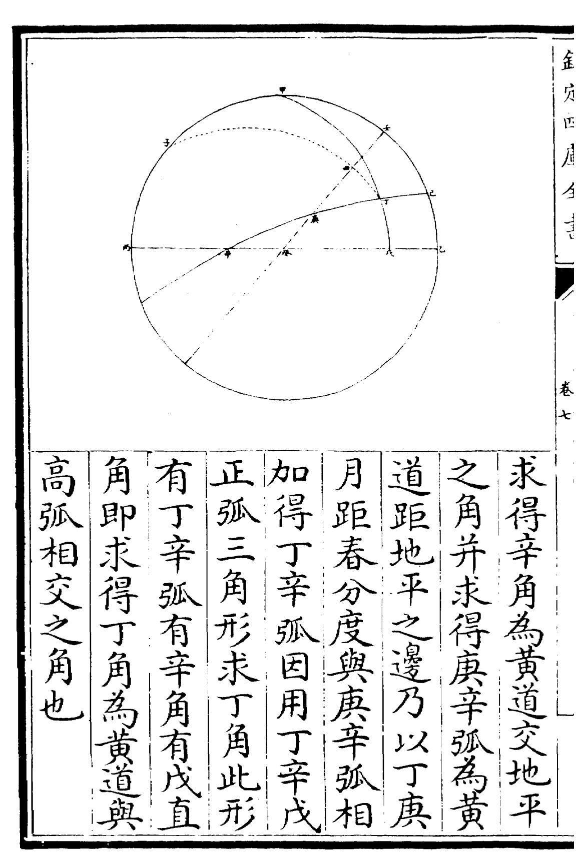
限者反是若月在交前後有距緯則又須求得緯差角與高弧交角相加減為定交角然後可定其上下左右也加減之法月距黄道北而在西象限初虧為加復圓為減在東象限初虧為減復圓為加月距黄道南者反是乃視定交角為相加者在九十度以内則虧復之上下左右如前論若過九十度為鈍角則易象限之上下又或定交角為相減者而交角内減去差角則虧復之上下左右如前論若差角内減去交角則易象限之左右也



求黃道高弧交角如圖甲乙丙為子午規甲為天頂乙丙為地平甲丁戊為高弧己庚辛為黃道壬庚癸為赤道庚為春分子為北極子丑丁為過極經圈丁庚為月距春分黃道度丑庚為月距春分赤道度壬丑為月距正午赤道度即食

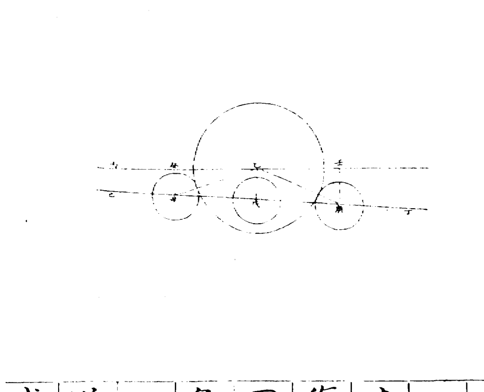


甚時太陽距子正赤道度壬庚為春分距正午赤道度月實行度在丁求黃道與高弧相交之丁角先用庚辛癸斜弧三角形求黃道交地平之辛角此形有庚角為春分角有癸角為赤道高減半周之餘有庚癸春分距地平弧為春分距正午之餘

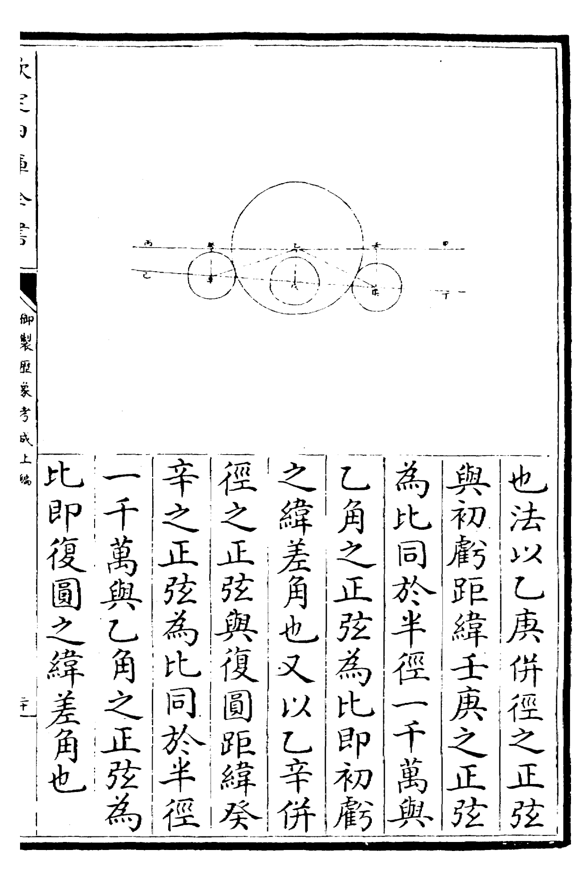


求得辛角為黃道交地平之角并求得庚辛弧為黃道距地平之邊乃以丁庚月距春分度與庚辛弧相加得丁辛弧因用丁辛戊正弧三角形求丁角此形有丁辛弧有辛角有戊直角即求得丁角為黃道與高弧相交之角也

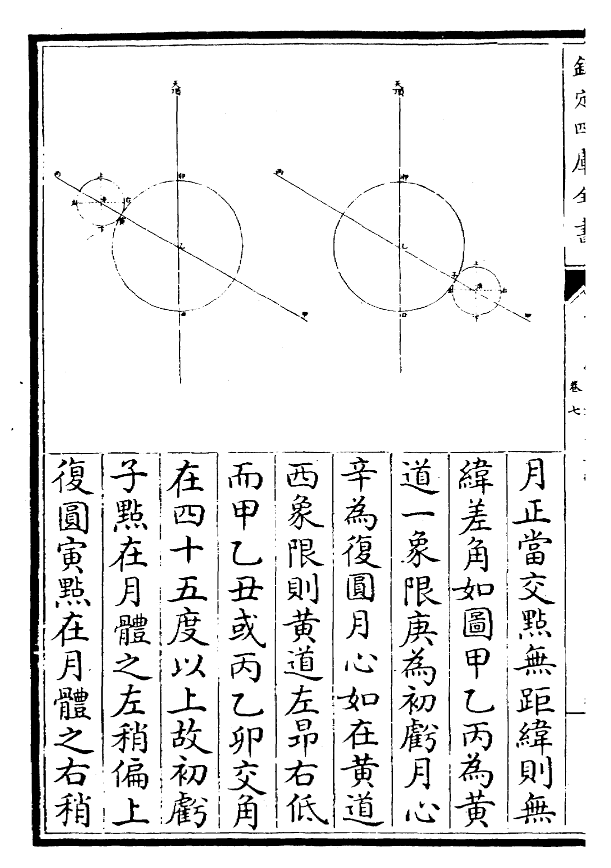
緯差角者初虧復圓時月與地影兩心相距之線與黄道相交之角也如圖甲乙丙為黄道丁戊巳為白道乙為地影心庚戊辛皆為月心乙戊為距緯即食甚時兩心相距之數乙庚為併徑即初虧時兩心相距之數壬庚為距緯乙辛



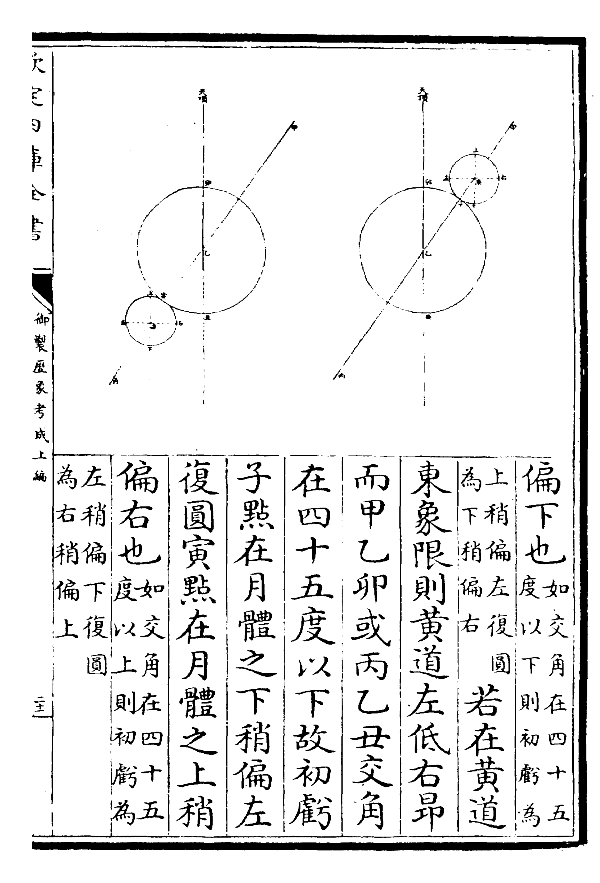
亦併徑為復圓時兩心相距之數癸辛為距緯如月適當黃道無距緯則初虧復圓時兩心相距之線與甲乙丙黃道相合而無差角矣因有緯度故乙庚兩心相距之線與甲乙丙黃道相離即成甲乙庚角乙戊之距愈寬其差角愈大



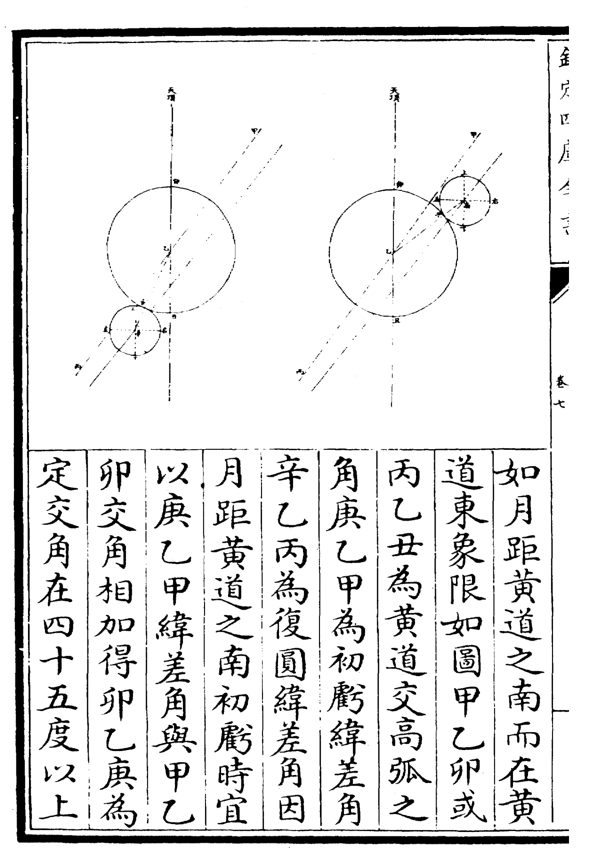
也法以乙庚併徑之正弦與初虧距緯壬庚之正弦為比同於半徑一千萬與乙角之正弦為比即初虧之緯差角也又以乙辛併徑之正弦與復圓距緯癸辛之正弦為比同於半徑一千萬與乙角之正弦為比即復圓之緯差角也



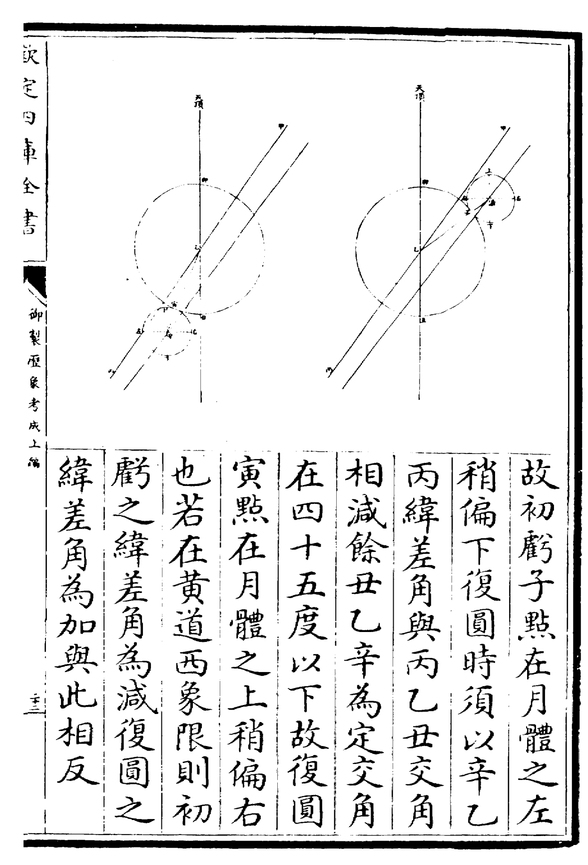
月正當交點無距緯則無緯差角如圖甲乙丙為黃道一象限庚為初虧月心辛為復圓月心如在黃道西象限則黃道左昂右低而甲乙丑或丙乙卯交角在四十五度以上故初虧子點在月體之左稍偏上復圓寅點在月體之右稍



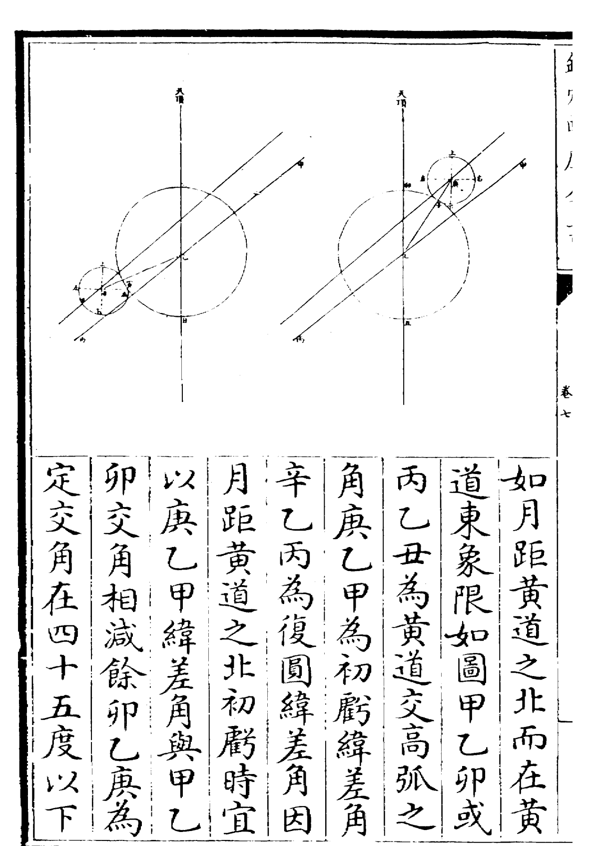
偏下也如交角在四十五度以下則初虧為上稍偏左復圓為下稍偏右若在黃道東象限則黃道左低右昂而甲乙卯或丙乙丑交角在四十五度以下故初虧子點在月體之下稍偏左復圓寅點在月體之上稍偏右也如交角在四十五度以上則初虧為左稍偏下復圓為右稍偏上



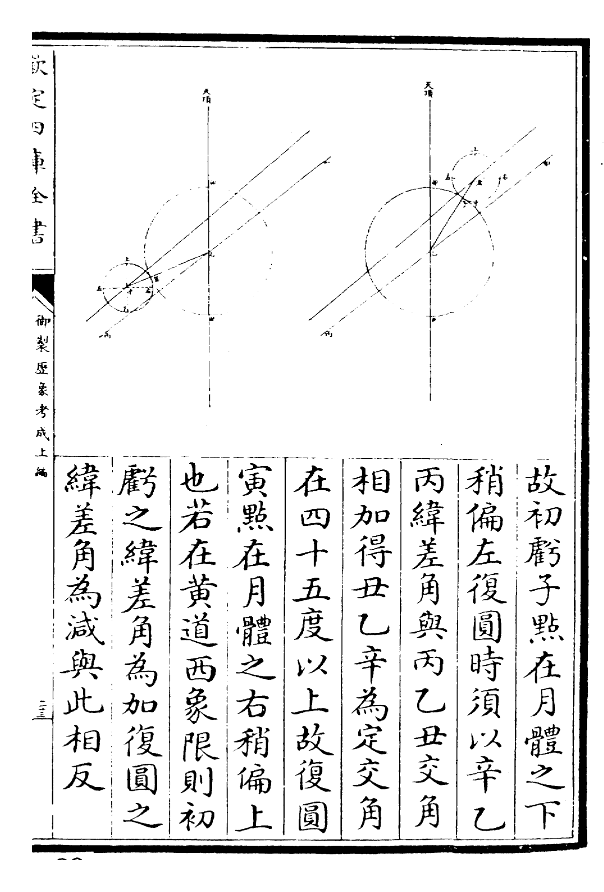
如月距黃道之南而在黃道東象限如圖甲乙卯或丙乙丑為黃道交高弧之角庚乙甲為初虧緯差角辛乙丙為復圓緯差角因月距黃道之南初虧時宜以庚乙甲緯差角與甲乙卯交角相加得卯乙庚為定交角在四十五度以上



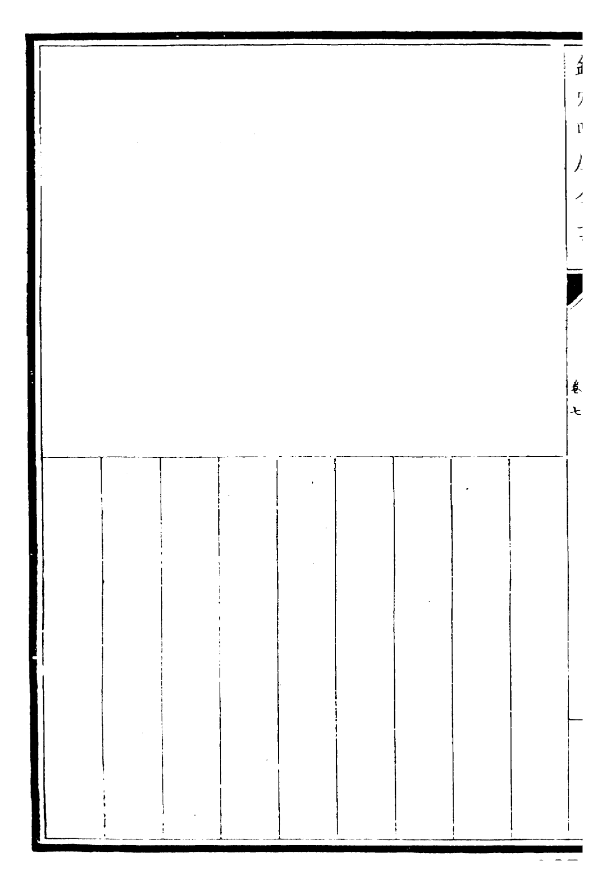
故初虧子點在月體之左稍偏下復圓時須以辛乙丙緯差角與丙乙丑交角相減餘丑乙辛為定交角在四十五度以下故復圓寅點在月體之上稍偏右也若在黃道西象限則初虧之緯差角為減復圓之緯差角為加與此相反



如月距黄道之北而在黄道東象限如圖甲乙卯或丙乙丑為黄道交高弧之角庚乙甲為初虧緯差角辛乙丙為復圓緯差角因月距黄道之北初虧時宜以庚乙甲緯差角與甲乙卯交角相減餘卯乙庚為定交角在四十五度以下



故初虧子點在月體之下稍偏左復圓時須以辛乙丙緯差角與丙乙丑交角相加得丑乙辛為定交角在四十五度以上故復圓寅點在月體之右稍偏上也若在黄道西象限則初虧之緯差角為加復圓之緯差角為減與此相反

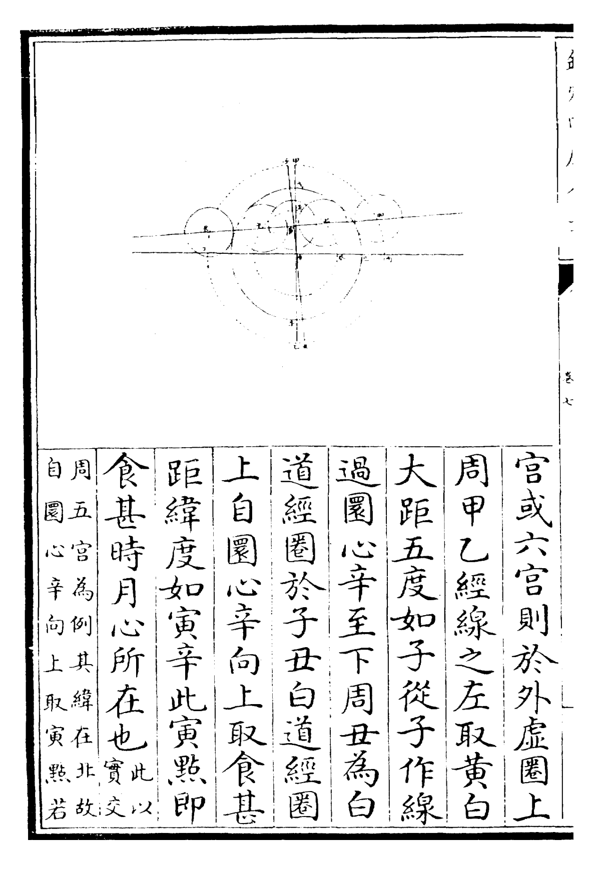


繪月食圖

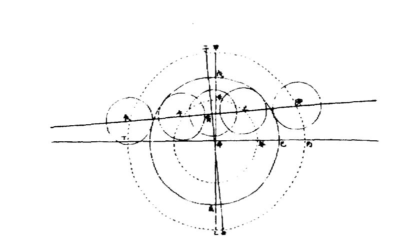
凡繪月食圖先作橫竪二線直角相交橫線當黃道竪線當黃道經圈用地影半徑為度於中心作圜以象闇虛又以月半徑與地影半徑相減用其餘數為度作內虛圈為食旣生光之限又以兩半徑相併為度作外虛圈為初虧復圓之限次視實交周在初宮十一宮於外虛圈上周黃經線右取黃白大距五度作識實交周在五宮六宮於外虛圈上周黃經線左取黃白大距五度作識乃自所識作線過圜心至外

虛圈下周即為白道經圈於此線上自圜心取食甚距緯度作識即食甚時月心所在從此作横線與白道經圈相交成直角即為白道而白道割外虛圈右周之點乃初虧時月心所在割内虛圈右周之點乃食既時月心所在割内虛圈左周之點乃生光時月心所在割外虛圈左周之點乃復圓時月心所在也末以五限月心所到之點為心月半徑為度作各小圜以象月體即初虧食既食甚生光復圓之象俱備矣

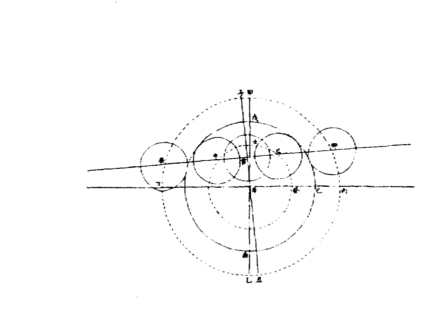
如圖甲乙竪線如黃道經圈丙丁橫線如黃道戊己庚圈為地影甲丙乙丁外虛圈為初虧復圓之限其丙辛半徑為月與地影兩半徑相併之數壬癸內虛圈為食既生光之限其癸辛半徑為月與地影兩半徑相較之數設實交周五



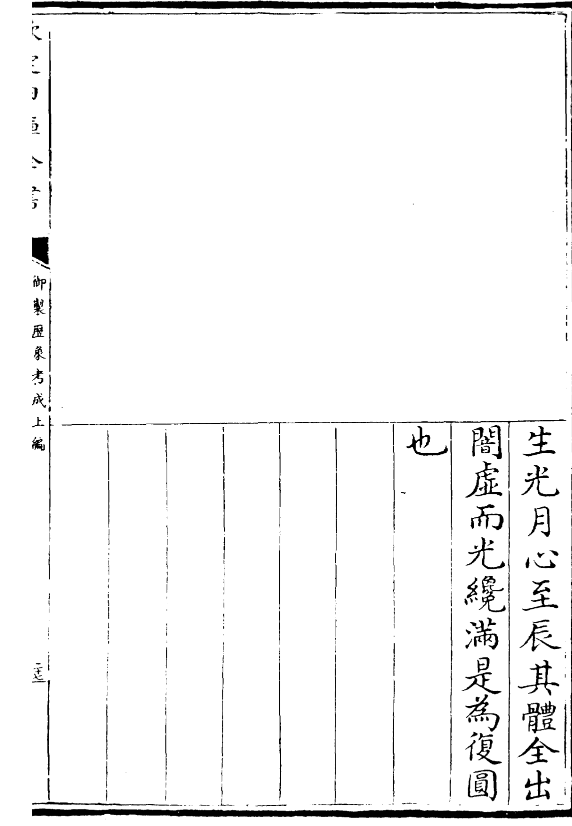
宮或六宮則於外虛圈上周甲乙經線之左取黃白大距五度如子從子作線過圜心辛至下周丑為白道經圈於子丑白道經圈上自圜心辛向上取食甚距緯度如寅辛此寅點即食甚時月心所在也此以實交周五宮為例其緯在北故自圜心辛向上取寅點若



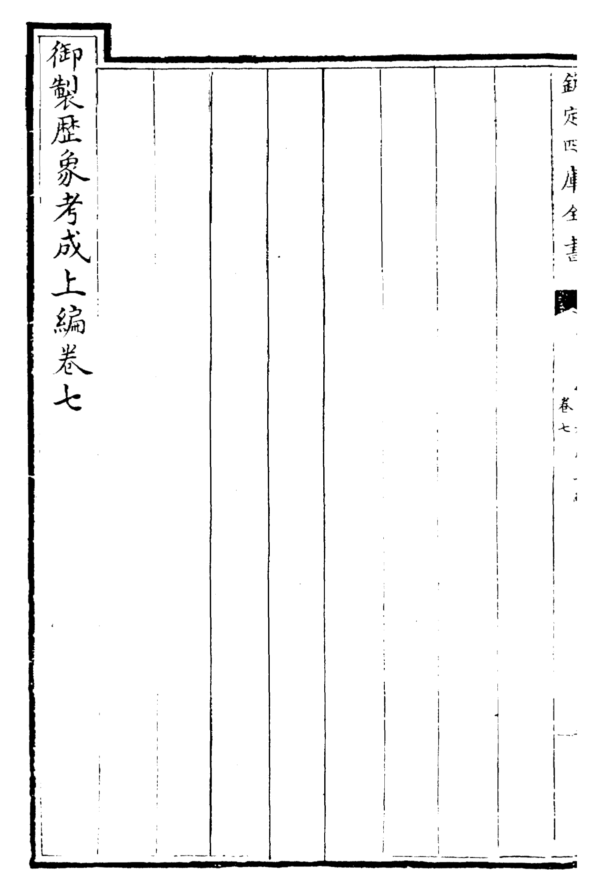
實交周是六宮其緯在南則自圜心辛向下取寅點乃從寅取直角作卯辰線與子丑白道經圈相交即為白道而白道割外虛圈右周卯點為初虧限割內虛圈右周巳點為食既限割內虛圈左周午點為生光限割外虛圈左周辰點為復圓限於卯巳寅午辰

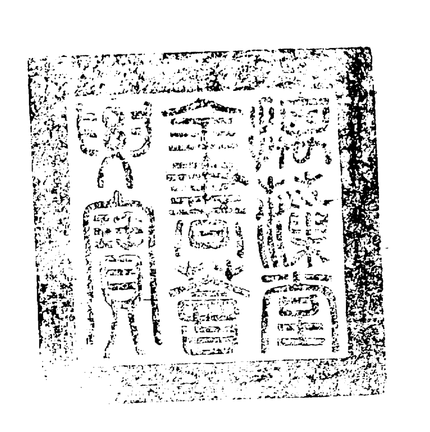


五點各為心月半徑為度作圜以象月體即見月心在卯其周正切闇虛而光將缺是為初虧月心至巳其體全入闇虛而光盡掩是為食既月心至寅其體深入闇虛兩心相距甚近是為食甚月心至午其體將出闇虛而光初吐是為



生光月心至長其體全出闇虛而光纔滿是為復圓也


御製歷象考成上編卷七
欽定四庫全書
卷七



總校官進士臣胡　榮
校對官中官正臣郭長發
謄録監生臣陳元熙
繪録監生臣戴禹汲